



128
2 e y

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ECONOMIA

EL CARBON FUENTE GENERADORA DE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRICO

1970 - 1980

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
LICENCIADO EN ECONOMIA
P r e s e n t a

HILDA GUADALUPE RUIZ BASTOS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

PAG.

	INTRODUCCION	1
CAPITULO I	GENERALIDADES	6
	1.1 Origen y clasificación del carbón mineral	6
	1.2 Usos y métodos de explotación del carbón	11
	1.3 Principales regiones carboníferas en la República Mexicana y zonas con indicios de carbón	14
	1.4 Panorama Mundial	23
	1.5 Panorama Nacional	32
CAPITULO II	MINERIA	35
	2.1 Análisis de la producción	35
	2.2 Importaciones	44
	2.3 Exportaciones	44
	2.4 Consumo de carbón mineral en sus distintos usos	54
CAPITULO III	GENERACION DE ENERGIA CARBOELECTRICA	57
	3.1 La explotación del carbón en México	57
	3.2 Análisis de la situación y perspectivas del carbón como energético para la generación de electricidad	61
	3.3 Contaminación ambiental	70
	3.4 Reservas acuíferas	71
	3.5 Generación de energía eléctrica y su importancia en el desarrollo capitalista	72
	3.6 Inversiones en el sector eléctrico	80

	PAG.	
CAPITULO IV	IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CARBON EN LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.	84
	4.1 Importancia de los combustibles fósiles y minerales a nivel mundial	84
	A. Situación Nacional	85
	4.2 El mercado externo del carbón	87
	A. Precios Internacionales	90
	4.3 El mercado interno del carbón	93
	A. Demanda de carbón para la generación de energía eléctrica	94
	4.4 Análisis comparativo de precios del carbón, combustóleo, diesel y gas	99
	4.5 Costos comparativos de generación eléctrica en diferentes tipos de plantas	101
CAPITULO V	RESERVAS	103
	5.1 Recursos y reservas mundiales	103
	5.2 Reservas evaluadas en la República Mexicana	103
CAPITULO VI	LOS PROGRAMAS NACIONALES DE DESARROLLO EN MEXICO	115
	6.1 Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000	115
	6.2 Programa de Energía	118
	6.3 Programa carboeléctrico	119
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFIA	127

INTRODUCCION

Este trabajo tiene como finalidad demostrar la importancia del carbón en la generación de energía eléctrica en nuestro país, partiendo del hecho de que el uso de este mineral, representa una garantía de viabilidad económica en el sector eléctrico, considerado éste como estratégico en la actividad económica nacional.

Se tomó el período histórico 1970-1980, porque es a principios de esa década cuando se comenzó a contemplar la posibilidad de utilizar a mayor escala el carbón mineral como fuente de energía eléctrica, por lo que se consideró conveniente mostrar cómo en ese lapso y posteriormente, se ha venido incrementando la participación de este recurso en el balance energético del país.

Por lo anterior, partimos de la hipótesis general de que, si a nivel mundial, el carbón está teniendo gran impacto en la generación de electricidad, para lo cual se están construyendo plantas generadoras en todo el mundo, este energético podría jugar un importante papel en los próximos años, perfilándose como una fuente potencial para reducir la dependencia del petróleo.

Como apoyo a dicha hipótesis, y a manera de explicación, me propongo destacar algunos puntos de vista que considero trascendentes sobre el particular.

En el sector carbonífero, una gran proporción de equipo y maquinaria proviene del extranjero, asimismo la asesoría. Esto trae como consecuencia salida de divisas y subaprovechamiento de los recursos económicos del país. Por lo tanto, la expansión de este sector en general, -

ofrece a futuro un campo promisorio y seguro para la inversión de capitales en industrias de bienes de capital conexas, cuyo impacto se reflejaría no sólo en el aspecto económico de renglones dentro de zonas áridas, cuyas posibilidades de desarrollo se restringen al campo de la minería, sino que permitiría una participación creciente de la ingeniería mexicana en el desarrollo y aprovechamiento de energéticos.

Un factor más de importancia del carbón como fuente generadora de energía, es el bajo costo de generación en las plantas carboeléctricas. Aunque estos costos pueden variar debido a diversos factores, tales como la competitividad de los precios, reglamentaciones anti-contaminantes, disponibilidad de recursos, desarrollo de nuevas tecnologías; el carbón parece ser, no le costará al país más de lo que cuesta desarrollar otras fuentes de energía eléctrica.

En términos de oferta, el petróleo ya no representará la fuente energética con mayor contribución. Habiendo suministrado más de las dos terceras parte del incremento en la oferta de energía en los años sesenta, se anticipa que su participación continúe disminuyendo. Para finales del siglo, podría representar solamente el 30% de la energía primaria mundial. Esta declinación deberá ser compensada, en buena medida, por una reanimación en la producción y uso del carbón, y de los combustibles derivados de él, y poco más adelante, por un aumento significativo de la energía nuclear y de los combustibles sintéticos.

Para los próximos diez años, el ritmo al cual el carbón reemplace al petróleo, determinará, en buena medida si los suministros de energía crecen a la tasa del-

3.2%, que sería necesario para sostener el crecimiento-económico.

Reemplazar al petróleo con el carbón constituye una opción más inmediata para los países industriales, que para aquellos que están en desarrollo (salvo algunas excepciones notables como son China e India, que en la actualidad son grandes productores). Sin embargo, a largo plazo también los países en desarrollo disfrutará de un amplio margen para llevar su producción de carbón.

La energía eléctrica es uno de los factores básicos que influyen de una manera preponderante en el desarrollo económico-social y cultural de cualquier país, ya que se encuentra participando de una manera importante en los procesos productivos del sector industrial.

De la amplia gama de usos en que participa la electricidad se deriva su dinámico crecimiento, siendo a la fecha -- uno de los más importantes sectores de la economía, cuya demanda creciente plantea la necesidad de una producción cada vez mayor, y por consiguiente, un aumento permanente de la capacidad instalada que garantice la satisfacción de la demanda del fluido eléctrico, cuya tasa de crecimiento anual tiende a ser mayor al 12%.

La Comisión Federal de Electricidad en su Plan de Expansión del Sector Eléctrico para el año 2000, proyecta su crecimiento sobre la base de la diversificación de las fuentes de energía (nuclear, geotérmica, hidráulica, de hidrocarburos y de carbón).

Para hacer accesible el desarrollo de los temas tratados, el presente trabajo se ha dividido en seis capítulos.

En el primer capítulo se expone el origen del carbón y

sus mecanismos de evolución, en lo que se refiere a su clasificación. Asimismo, a manera de descripción se -- mencionan los usos de este mineral, y sus diferentes - métodos de explotación. Posteriormente, se señalan -- las principales regiones carboníferas en el país; y, - finalmente se intenta dar una idea general del papel - que actualmente desempeña el carbón mineral en la generación de energía eléctrica dentro del contexto de la política económica mundial y nacional.

En el segundo capítulo se analiza la participación de la minería en la economía nacional, ubicando dentro de este contexto el desarrollo que ha tenido en los últimos años el comportamiento del carbón mineral en sus - diferentes usos. y, en particular en la industria eléctrica.

En el tercer capítulo se pretende mostrar el panorama general de la explotación del carbón desde sus orígenes. Se analiza la situación y perspectivas de éste - en la generación de electricidad, asimismo se trata lo referente al aspecto de la contaminación, así como la disponibilidad de agua. Por último, se analiza la importancia de la energía eléctrica en el desarrollo capitalista, así como las inversiones que se han realizado en este sector.

El cuarto capítulo hace el papel de columna vertebral del trabajo en sí, ya que se pretende, al abordar la importancia económica del carbón en la generación de - energía eléctrica, dar una alternativa para la generación de ésta, debido a su bajo costo y a la necesidad creciente de diversificar las fuentes de energía. Igualmente, contempla el análisis correspondiente al costo que tiene el carbón, en comparación con otros energéti

cos , determinando la viabilidad económica de su aplicación.

En el capítulo quinto se describe el monto de reservas de carbón para la generación de electricidad, mundiales y en la República Mexicana. El capítulo ha sido formulado con base en la información que se obtuvo de la Comisión Federal de Electricidad.

En el capítulo sexto se analizan algunos de los Programas Nacionales de desarrollo en México, entre ellos el Programa Carboeléctrico. El objetivo de este capítulo es el de fundamentar la tesis sostenida en este trabajo, la cual se refiere a la importancia que tiene aprovechar para fines de desarrollo económico del país, la realización de los proyectos carboeléctricos debido a su bajo costo, derivándose de éste los consiguientes beneficios socioeconómicos: aumento de la población económicamente activa, tanto por los empleos directos que se creen, como por los indirectos que resultan de la demanda agregada de la población como consecuencia de la inmigración esperada para satisfacer la demanda de mano de obra de los proyectos mineros, así como el efecto multiplicador en el ingreso, demanda y oferta de bienes y servicios.

Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones orientadas a señalar el desarrollo carbonífero para la generación de energía eléctrica, como la alternativa más viable, después del uso del combustóleo. Conclusiones derivadas de la consideración de que los desequilibrios económicos del país, ocasionados por la falta de planeación del "auge" petrolero, hacen indispensable orientar toda política de inversión en renglones prioritarios de la actividad económica, con un criterio de desarrollo integral de las diversas áreas que componen la actividad económica.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ORIGEN Y CLASIFICACION DEL CARBÓN MINERAL

El carbón mineral se conoce desde la antigüedad como -- una de las fuentes energéticas más importantes. Los -- griegos y los romanos conocieron este combustible con el nombre de lithantrax (carbón de piedra), y el pueblo chino lo usó en la cocción de porcelana y en el alumbrado.

La industria del carbón se inició en Inglaterra en el año 1200; usándose inicialmente para beneficiar el hierro, el llamado carbón vegetal, sustituido actualmente por el coque. En 1660 el consumo de carbón en ese país era de 680 Kgs, por habitante.

La bomba de vapor que Tomás Newcomen inventó en 1705 -- permitió hacer excavaciones más profundas mediante el -- desague de las minas. Setenta y cinco años después Jacobo Watt perfeccionó la máquina de vapor, lo que dio -- gran impulso a la industria extractiva del carbón, que -- se convirtió en una de las más importantes de Inglaterra. Años después aumentó también el empleo del carbón en Francia, Alemania y los Estados Unidos de América, -- entre otros países y, finalmente, se impuso en todos -- los países industrializados.

Generalmente se ha definido al carbón mineral como una roca sedimentaria, combustible, formada a partir de residuos vegetales (helechos, licopodios, fanerógamas, co

níferas, etc.) que se encuentran en diferentes estados de conservación, y que han seguido un sepultamiento y, después, una compactación dentro de cuencas poco profundas al origen.

Los principales elementos que componen el carbón son -- los mismos que forman la madera y demás materia vegetal; carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con pequeñas cantidades de azufre y nitrógeno así como otros elementos característicos de la materia inorgánica. En cuanto a -- las materias volátiles que contiene se pueden mencionar bióxido de carbono, monóxido de carbono, metano y compuestos aceitosos (alquitrán y brea) que a su vez contienen ácido nítrico, amoníaco, xileno, naftas, etc.

La génesis de los yacimientos de carbón, es uno de los procesos geológicos más controvertidos, en realidad las diversas posibilidades no se excluyen, todas pueden coexistir y todos los casos son posibles. Existen dos -- grandes teorías sobre el origen del carbón:

El origen autóctono: es decir, la formación de depósitos de carbón sobre el lugar mismo donde las plantas -- que los constituyen han vivido, como en el caso de la turba.

El origen alóctono: la formación de depósitos de carbón a expensas de restos vegetales acarreados hacia los lagos, lagunas o hacia el mar, donde se acumulan.

Michell Patonié distingue en el origen del carbón diversas posibilidades, entre ellas las siguientes:

Autoctonía terrestre: los vegetales que tienen sus raíces en el suelo, el cual puede ser recubierto de agua.

Autoctonía acuática: los vegetales están flotando.

Estas dos formas de depósito pueden estar sobrepuestas.

Aloctonía primaria: Los restos vegetales son transportados antes de su transformación en carbón:

- 1) Por el viento (sobre todo la pirofusinita y el pólen)
- 2) Por el agua: acumulación de restos flotantes a lo largo de un río, o en el fondo del mar.

Aloctonía secundaria: los restos vegetales han sido transformados en carbón que son tomados, transportados y acumulados en un nuevo yacimiento por una corriente de agua o por el mar.

Clasificación del Carbón

Hasta la fecha existen numerosas clasificaciones del carbón, las cuales pueden ser consideradas desde diferentes aspectos: geológico o químico, científico o práctico, regional o internacional.

La mayoría de estas clasificaciones han sido hechas para carbones coquizables, las cuales son insuficientes actualmente, dado los nuevos usos que se presente dar al carbón como son la producción de energía eléctrica, la gasificación, la licuefacción y la valorización de los residuos del lavado.

Hasta antes de que se desarrollara la petrografía del carbón, era muy común clasificarlo por medio de parámetros químicos. Dentro de los parámetros más utilizados se contaba el contenido de materias volátiles y el de carbono fijo. (Cuadro No.I-1).

"Sin embargo las materias volátiles no sólo no permiten determinar el rango de un carbón, sino que constituyen un parámetro equivocado, ya que están en función del ti

po de carbón y no en la evolución del mismo" (1)

Recientemente se propuso una clasificación cuyos parámetros en los cuales se basa, son los siguientes:

1. El Rango

Este depende del grado de diagénesis del material de -- origen o sea de la paleotemperatura máxima soportada y de su duración. Los rangos son varios, del menos al -- más evolucionado:

- De bajo rango:
1. Bituminosos de volatilidad alta
 2. Subbituminosos
 3. Lignitos
 4. Turbas
 - a) Fresca
 - b) Seca

- De alto rango:
1. Antracítico
 - a) Meta-antracita
 - b) Antracita
 - c) Semiantracita
 2. Bituminoso
 - a) De volatilidad baja
 - b) De volatilidad media

El carbón bituminoso es el más importante de los rangos del carbón por ser el más extensamente usado, es de color negro o gris, de aspecto brillante, químicamente no es afectado por la intemperie, quema con llama amarilla -- llenta. Su poder calorífico fluctúa entre 4 500 y 8 500 kilocalorías. Dentro de este grupo se distinguen carbón

(1) Obregón Luis. Clasificación del carbón de la zona ED en la -- Cuenca de Fuentes Río Escondido, 1982.

CUADRO No. I-1
CLASIFICACION DEL CARBON

TIPO DE CARBON	HUMEDAD %	M.VOLATIL %	CARBON FIJO %	CALORIAS %
TURBA	56.7	26.1	11.1	1.992
LIGNITO	34.5	35.3	22.9	3.939
SUBBITUMINOSO	24.2	27.6	44.8	5.209
BITUMINOSO	3.2	27.1	62.5	7.733
CANNEL	1.7	50.76	38.23	7.917
SEMIBITUMINOSO	2.0	14.5	75.3	7.823
SEMIANTRACITICO	3.4	8.5	76.6	7.309
ANTRACITICO	2.8	1.2	68.2	7.388

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad

nes bituminosos de volatilidad alta, media y baja.

El carbón subbituminoso es de color negro, de aspecto brillante y resinoso, pero pueden variar en apariencia y composición química. Pueden ser distinguidos de los bituminosos por pérdida de humedad y el subsecuente desmoronamiento paralelo al lecho en que se encuentra.

Lignito es el nombre que se aplica al producto resultante de los primeros pasos de la carbonización de la turba. Es de color castaño, de estructura leñosa o terrosa, de poder calorífico entre 3 050 a 4 700 kilocalorías.

La turba representa el estado inicial de la formación del carbón a partir de la materia vegetal. Es una acumulación de sustancias vegetales parcialmente descompuestas en pantanos o en antiguas zonas lacustres. Su-

contenido en humedad es muy alto; su poder calorífico es bajo, generalmente entre 500 y 3 350 kilocalorías.

La antracita ha sido el carbón más usado desde la antigüedad, tiene color negro metálico, quema con flama azul y no despide humo ni olor durante su combustión. Su poder calorífico oscila entre 7 000 y 8 000 calorías. Dentro de este grupo se encuentran tres clases de carbón: metaantracita, antracita y semiantracita.

2. El Tipo

Este depende de la materia vegetal de origen del ambiente de depósito, y del modo de descomposición de la materia. Se destacan dos tipos: los carbonos húmicos y los sapropélicos.

3. La Facie

Es un elemento de clasificación bastante nuevo que caracteriza el aspecto del carbón: esquistoso, carbonoso, etc.; se toma en consideración el contenido de cenizas del producto y su aptitud para el lavado.

1.2 USOS Y METODOS DE EXPLOTACION DEL CARBON.

El uso principal de la antracita es en la fabricación de coque, sin embargo, tuvo gran utilidad como combustible hasta fines del Siglo XIII. En la actualidad se está volviendo a usar intensivamente, en la producción de energía eléctrica, en usos domésticos, como reactivo químico y empleado ampliamente en la reducción de otros minerales.

Los carbonos bituminosos son usados también para la fa-

bricación de coque, a excepción de la subclase alto ematerial volátil y los subbituminosos. De su destilación se obtiene gran número de productos derivados que tienen aplicación en la industria química y de fertilizantes, siendo los principales el benzol, gilo, neftaleno, fenol y crisol, amoníaco y brea.

Los principales usos del lignito son: combustible para generar vapor, en la manufactura de gas, en la fabricación de briquetas para producir aceites sintéticos por hidrogenación, etc.; actualmente se hacen estudios para coquizarlo. En algunos países la turba es usada como combustible doméstico, dándole como único tratamiento el secado al aire, por medio de presión y mezclada con sustancias como licor sulfítico o alquitrán, pero su principal uso es como ingrediente de fertilizantes, acondicionador de suelos, material aislante y de empaque para algunos productos.

Métodos de explotación. Para realizar las explotaciones del carbón mineral se han empleado diferentes métodos. Al principio, la extracción era rudimentaria; con ayuda de picos y barretas lo arrancaban los mineros del manto después lo cargaban con palas en vagonetas que otros trabajadores empujaban hasta la bocamina, o bien, el arrastre lo hacían animales de tiro. Después se recurrió a explosivos para fragmentar el carbón en la veta y se construyeron máquinas socavadoras para hacer más eficaz el efecto de la voladura.

Aparecieron después unas largas barras giratorias con dientes de acero que atacaban el manto. Esta máquina quedó reemplazada entre 1860 y 1870 por una socavadora provista de una gruesa cadena movable armada de dientes-

de acero que se empujaba bajo la masa de carbón, a medida que la excavación avanzaba.

Posteriormente se utilizó, en vez de la socavadora, un tipo de cortadora que podría operar a todo lo ancho de la galería.

Nuevas invenciones permitieron al minero hacer el trabajo desde los carriles, en el centro de la galería. La socavadora moderna, que es de gran rendimiento, funciona con base en la sierra de banda, la cual está provista de dientes montados en una cadena sin fin que corta al ir dando vuelta.

Algunos depósitos se hallan tan cerca de la superficie que es más práctico extraer el carbón al descubierto. Estas minas se llaman de explotación a cielo abierto.

El método subterráneo es el más usado, ya que la mayor parte de las vetas se hallan demasiado profundas para ser explotadas a cielo abierto, por lo tanto, hay que hacer galerías subterráneas, como en el caso de las minas de donde se obtienen metales.

Otro método muy usual es el de tiro o pozo, y consiste en abrir en la tierra un agujero vertical hasta alcanzar los mantos de carbón, que a veces se hallan a varios miles de metros de profundidad. Otra modalidad de este método es abrir dos pozos separados entre sí por varios cientos de metros. Uno es para extraer el carbón y el otro para facilitar la ventilación de la mina. Este último sirve también para el transporte de los mineros, introducción de materiales, instalación de tuberías de agua y de aire comprimido, líneas telefónicas y de energía eléctrica, etc.

Para extraer la antracita se emplean fuertes cargas de pólvora, sin efectuar cortes iniciales.

La antracita sale generalmente de la mina en grandes -- trozos mezclados con roca y pizarra. Estos trozos se -- dividen en fragmentos pequeños en la trituradora, que -- al pasar por los conductos que los llevan de un rodillo -- a otro se separan automáticamente los más grandes, mien -- tras las partículas más pequeñas, que son parte de los -- desechos, se eliminan en las cribas o sacudidores.

Cierto tipo de carbón contiene tal cantidad de azufre -- que es necesario lavarlo con agua en máquinas especia -- les, después de lo cual se clasifican por tamaños, a -- partir de la antracita menuda, que tiene un máximo de -- 1/2 pulgada, hasta pedazos de más de cuatro pulgadas, -- con tamaños intermedios.

1.3 PRINCIPALES REGIONES CARBONIFERAS EN LA REPUBLICA MEXICANA Y ZONAS CON INDICIOS DE CARBON

Hasta la fecha, en México sólo ha habido producciones -- importantes de carbón tipo semibituminoso, aun cuando se conoce la existencia de los demás tipos de combusti -- bles sólidos de origen mineral.

Hay tres regiones donde se encuentran tonelajes signifi -- cativos de carbón:

- El noreste del país, donde yacen la casi totalidad de -- las reservas con los carbones cretácicos y lignitos -- terciarios de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.
- El noroeste, donde existen tonelajes reducidos pero po -- sibilidades en curso de investigación en el estado de -- Sonora.

-El sur, donde se han ya comprobado reservas en el estado de Oaxaca (Mapa No.1).

Además, afloramientos de carbón existen en varias partes del país, desde Chihuahua hasta Chiapas, pero con potenciales todavía muy bajos, en base al nivel actual del conocimiento (Mapa No.2).

Dentro del estado de Coahuila se encuentran tres cuencas: Fuentes-Río Escondido, Sabinas y Colombia-Nuevo Laredo. Se puede añadir la Cuenca de Ojinaga (Chihuahua) donde existe solamente un potencial reducido de carbón, pero que se agrega a la de Río Escondido-Sabinas, dada la edad y el tipo de formación dentro de la cual yace el carbón (Mapa No.3).

La Cuenca de Fuentes se ubica en una superficie aproximada de 8 000 Has al norte de Piedras Negras, a lo largo de una franja de 10 a 40 kilómetros de ancho, limitada al Este por el Río Bravo. El carbón de esta cuenca es subbituminoso con un elevado contenido de materias volátiles y cenizas, por lo que no puede ser coquizable.

La cuenca de Sabinas empieza a unos 120 kilómetros al sur de Piedras Negras, a lo largo de la carretera 57 y se acaba cerca de Monclova. Ha sido subdividida en seis subcuencas: Sabinas, Esperanzas, Saltillito, Lampacitos, Adjuntas y Monclova. El carbón de esta cuenca es de rango bituminoso, coquizable.

La cuenca de Colombia-Nuevo Laredo tiene acceso por carretera a partir de Piedras Negras y Nuevo Laredo, a lo largo del Río Bravo. El poder calorífico del carbón en esta zona alcanza de 6 000 a 6 500 cal/gr con muy bajo contenido de cenizas.

La cuenca de Ojinaga, aunque localizada bastante lejos de la región de Río Escondido-Sabinas, pertenece a la misma entidad geológica. Se extiende paralelamente al Río Bravo entre la ciudad de Ojinaga y la zona del rancho "Los Alamos" ejido San Miguel al sureste. La superficie es del orden de 3 600 Km². Los análisis del carbón que se han explotado en esta zona permiten clasificarlo como de rango bituminoso, con un contenido elevado de materias volátiles y cenizas, coquizable.

La cuenca carbonífera de Oaxaca se ubica a unos 300 Km al Oeste-Noroeste de la ciudad de Oaxaca. La superficie de la cuenca abarca 1 800 Km². El área que mejor se conoce es la de Teozotlán-Consuelo y Mixtepec. El carbón tiene el rango bituminoso semi-antracítico con un contenido elevado de cenizas, siendo éste altamente-coquizable (Mapa No.4).

En el estado de Sonora se encuentran dos cuencas con -- probabilidades de contener recursos carboníferos: en el noroeste del estado, la cuenca de Cabullona y en la zona central donde yacen tonelajes ya comprobados, la -- cuenca de la Formación Barranca, que se extiende desde un eje, San Marcial Tenichi al norte, hasta Alamos al -- Sur.

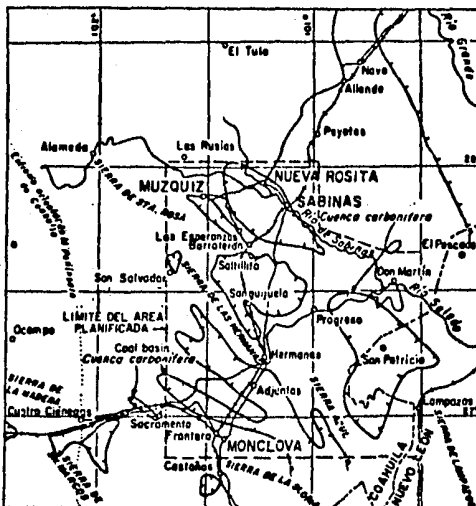
El carbón que se presenta en algunos lugares como San Marcial, Santa Clara, San Javier, San Enrique, es de -- rango bituminoso a semiantracítico y antracítico, con -- tiene bastante grafito y frecuentemente está totalmente transformado en mantos de grafito puro (Mapa No.5).



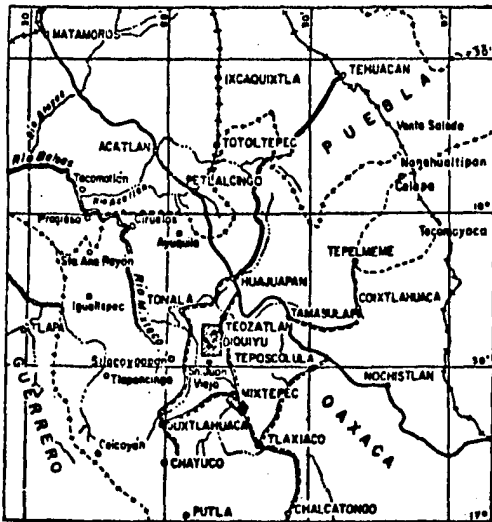
Mapa No.1. Principales regiones carboníferas de México; 1) Sonora, 2) Coahuila 3) Oaxaca.



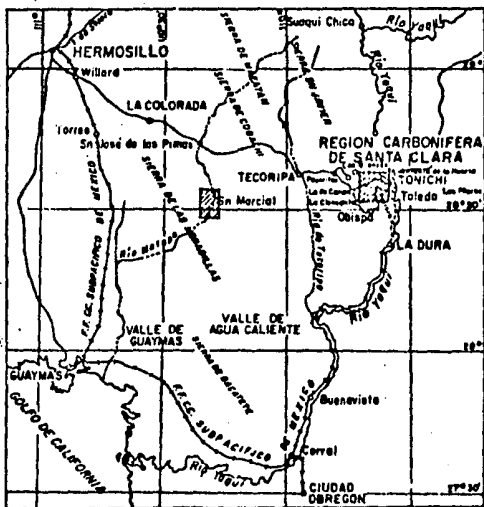
Mapa No.2 Localización de yacimientos e índices de carbón



Mapa No.3 Cuencas carboníferas de Coahuila



Mapa No.4 Cuencas carboníferas de Oaxaca



Mapa No.5 Cuencas carboníferas de Sonora

Zonas con indicios de carbón

En varios estados de la República Mexicana existen indicios de carbón, los cuales han sido estudiados por grupos privados, estatales y también particulares. Se presenta a continuación un listado de los lugares conocidos, mencionándose el año de su descubrimiento:

COAHUILA	Parras - Turba	
	Cuatro Ciénegas	1960
	Los Alamos	1973
COLIMA	Armerfa - Lignito	
CHIAPAS	Palenque- Carbón bituminoso	
	Tonalá	1960
CHIHUAHUA	Corralitos - Antracita	1983
	El Paso - Lignito	1946
DURANGO	Nazas - Carbón bituminoso	
	Cuencame - Antracita	
	San Pedro del Gallo	1936
GUERRERO	Chilpancingo - Carbón bituminoso	
HIDALGO	Tehuichila - Lignito	1954
	Tecamastitlán - Lignito	1884
	Zacualtiplán - Lignito	1882
	Tulancingo - Lignito, carbón bituminoso y turba	
JALISCO	Etzatlán - Lignito	
	Sayula - Turba	
MICHOACAN	Huetamo - lignito, carbón bituminoso y antracita	1964
MEXICO	Chalco - Lignito	
NAYARIT	Tepic - Turba	
NUEVO LEON	Dr. Arroyo, Galeana- Lignito y carbón bituminoso	

OAXACA	Niltepec Zanatepec	1960
PUEBLA	Tecomatlán - carbón bitumi- noso Maxotepec Ixtacamaxtitlán - Lignito Acatlán	1852
SAN LUIS POTOSI	Xilita - Lignito Tamanzunchale-Carbón subbi- tuminoso Coxcatlán Temexcalco	1909 1970
TLAXCALA	Huexoyucan Tenetzontal Huilapán	1946
TAMAULIPAS	Tancasnegue Los Guerra-Lignito	1976
VERACRUZ	Chicontepec-Subbituminoso Ayuguita Pánuco Chinameca Tlactalula-Lignito	

Algunos lugares mencionados no están bien definidos por lo que se refiere tanto a la ubicación geográfica exacta como a la calidad del material carbonoso encontrado. (2)

1.4 PANORAMA MUNDIAL

En un estudio elaborado por World Coal en 1979, sobre los 16 mayores productores y consumidores de carbón en el mundo, los cuales producen cerca del 60% de la producción mundial y consumen aproximadamente el 75% - -

(2) Plan Nacional de Desarrollo Carboeléctrico, Capítulo 2, Cuantificación de las reservas de carbón.

de la energía que se utiliza en el globo terráqueo, se desprende que el carbón podría jugar un papel muy importante durante los próximos veinte años para la generación de energía eléctrica, el que actualmente representa el 25% de la energía mundial consumida.

Por otra parte, en el Simposio sobre Perspectivas Mundiales de la Utilización del Carbón, organizado por la ONU en Katowica, Polonia, se definió que a pesar de que el carbón para energía eléctrica en el mundo -el modelo comercial para el carbón coquizable- es muy diferente al del energético, representa este último un porcentaje muy pequeño dentro del contexto comercial mundial del carbón.

En 1977 el carbón participaba con el 31.53% de la capacidad instalada en los países de la OECD (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) que era de - - - 1 110 GWe, de los cuales en Japón, el carbón representó el 40%, en los países de Europa Occidental y Norteamérica el 36%, mientras que Australia lo utilizaba en un -- 64%, según World Coal. (3)

El segundo estudio energético afirma que las zonas principales de demanda de carbón energético han sido hasta el presente Europa y América del Norte puesto que eran las principales productoras y la mayor parte del comercio se efectuaba entre ellas; Europa dependiendo casi totalmente de Polonia. En la zona de Asia y del Pacífico el comercio de carbón energético es pequeño.

A pesar de que esta situación está cambiando en vista de los acontecimientos de 1973, siendo el Japón el prin

(3) Ing. Miguel Castañeda Pérez. "El Carbón en el Sector Eléctrico". México, D.F. 1980.

principal importador; actualmente en este país funcionan 15 centrales carboeléctricas que consumen 8 millones de toneladas de carbón, previéndose que hacia 1985 entrarán en operación otras 20 centrales cuyas necesidades de carbón deberán ser satisfechas con importaciones.

Polonia ha sido el más fuerte exportador de carbón energético en Europa, pasando de 24 millones de toneladas en 1975 a 26 millones en 1977.

En cuanto a los Estados Unidos, entre 1975 y 1977 sus exportaciones variaron entre 10.7 y 12.8 millones de toneladas, lo que constituía entre el 21% y 22% de la exportación global del carbón, la mayoría destinada para Canadá y el resto principalmente a Europa Occidental.

Como consecuencia de las actividades de la OPEP en 1973, el comercio del Atlántico del Norte aumentó principalmente a partir de Australia y África del Sur. El primero de estos países de un millón de toneladas en 1974, pasó a una exportación del orden de cinco millones hacia 1978, firmando contratos para aumentarlas a más de 10 millones de toneladas en 1980. Por cuanto al segundo se refiere, sus exportaciones crecieron más, pasando de 2.5 millones de toneladas en 1975 a 10.3 en 1977, cuyos principales clientes eran los países de Europa Occidental y Estados Unidos, estimando la OECD que hacia el año 2000 podrían alcanzarse exportaciones del orden de 90 millones de toneladas, en tanto que Australia podría llegar a 120 millones. Mientras que el potencial de exportación polaco puede limitarse al nivel actual del comercio con los países de economía centralmente planificada, China, país que posee un potencial conside

rable de carbón podrá dominar el mercado de la zona - - asiática, principalmente Japón.

Al parecer, existe el convencimiento unánime de las - - principales organizaciones energéticas mundiales de que la única alternativa para reducir la dependencia de petróleo hacia el año 2000 es el carbón y quizá la energía nuclear, a pesar de la gran preocupación que se tiene - sobre la protección del medio ambiente, de modo que en el estudio de World Coal se plantean dos escenarios de crecimiento anual con tasas de 3.9% la alta y de 3.0% - la baja, en función de las cuales, en los países de la OECD, la participación del carbón sería del 40% para el primer caso y de 37.6% para el caso bajo, para capacidades instaladas de 2 675 GWe y 2 185 GWe, respectivamente.

En el escenario alto se considera que el Japón participará con el 15%, los países de Europa Occidental con -- 37%, mientras que Norteamérica y Australia lo harán con el 39% y 86% respectivamente.

Como se indica en el cuadro I-2, se considera que de - un consumo total de 600 millones de toneladas en 1977, - los países miembros de la OECD pasarán a consumir 800 - millones de toneladas de carbón hacia 1985, según el es cenario bajo, mientras que de acuerdo con el escenario - alto, esta cantidad se incrementaría a 880 millones. -- Respectivamente, hacia el año 200, dichos consumos se - rán de 1 325 y 1850 millones de toneladas tomando en -- consideración que en el primer período (1977-1985) el - uso del carbón será moderado; sin embargo, se estima -- que la conversión de petróleo a carbón, o bien el uso - de mezclas de carbón y petróleo y el posible retiro de viejas

plantas a base de petróleo podrían acelerar la expansión del carbón en los años 80s, lo que se reflejaría hacia el segundo periodo (1986-2000).

Los escenarios de crecimiento en el consumo de carbón energético indicados, provocarán una expansión en la producción mundial y en particular en los países de la OECD. Así, en 1985 y en el año 2000, para la tasa baja, mundialmente se pasaría de una producción de 60 millones de toneladas en 1977 a 105 y 300 millones respectivamente. En el caso alto, para la misma producción base de 60 millones de toneladas en 1977, las previsiones para 1985 y el año 2000 son de 150 y 680 millones, respectivamente, de las cuales los países de la OECD producirán 105 millones (70%) en 1985 y 460 millones (67.6%) en el año 2000 como se indica en el Cuadro I-3.

En el cuadro I-4 se muestran las capacidades de producción, exportación e importación de carbón energético que se estiman para diversos países en los años 1985, 1990 y 2000, de lo cual se desprende que los más fuertes exportadores de carbón energético serán Estados Unidos y Australia, con tasas de incremento medio anual entre 3.8 y 6.1% para el primero, y 14.4% para el segundo. Se desconoce cual será el papel que jugarán países como China y Rusia, cuyas reservas de carbón son muy grandes; por otra parte, Colombia y Sudáfrica al parecer serán abastecedores potenciales.

Por lo que se refiere a los importadores, el Japón, la República Federal de Alemania, Dinamarca, Italia, Holanda, Francia, Suecia y Finlandia parece ser que serán los más importantes, sin olvidar que otros países en vías de desarrollo, sin amplios recursos energéticos, -

podrían integrarse al grupo de importadores en la medida en que deseen desarrollar sus programas de generación de energía eléctrica a base de carbón.

Es indudable que el mercado de carbones energéticos dependerá de múltiples factores, principalmente la competitividad de los precios en relación a otros energéticos. Para dar una idea de algunos precios y costos en 1979 (en dólares por tonelada métrica) en el cuadro I-5 se indican los correspondientes para algunos países seleccionados.

CUADRO No. I-2
CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE CARBON ENERGETICO
(1977-2000)
(Millones de Toneladas)

Cap. Instalada 2 675GWe

PAIS	1977	1985		2000	
		CASO B	CASO A	CASO A	CASO B
CANADA	17	31	28	50	65
ESTADOS UNIDOS	372	500	560	800	1170
DINAMARCA	3.8	9.9	9.9	8.6	16
FINLANDIA	1.9	1.1	1.1	3.2	7.9
FRANCIA	22	12	25	10	45
REP.FED.ALEMANA	61	76	79	99	106
ITALIA	1.8	10	10	17	37.5
HOLANDA	1.1	3.9	3.9	13.7	25.9
SUECIA	0	0.4	0.7	6.7	15.2
REINO UNIDO	65	68	72	70	77
OTROS PAISES DE EUROPA OCCIDENTAL	24	26	38	85	98
JAPON	6	13	13	57	72
AUSTRALIA	25.0	42.9	42.9	107	107
TOTAL OECD	600	800 33.3 %	880 46.7%	1 325 120.8%	1 850 208.3%

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad

CUADRO No. I-3
 CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE CARBON ENERGETICO
 (1977-2000)
 (Millones de Toneladas)

PAIS	1977	Cap. Instalada 2 185GWe			
		CASO B	1985 CASO A	2000 CASO B	CASO A
DINAMARCA	4.6	10.7	11.1	9.4	20.9
PINLANDIA	4.1	3.4	3.4	7.7	12.4
FRANCIA	14.0	11.0	34.0	26.0	100.0
REP.FED.ALEMANA	3.0	9.0	11.0	20.0	40.0
ITALIA	2.0	10.3	10.9	16.5	45.5
HOLANDA	1.5	7.0	7.0	19.9	34.2
SUECIA	0.3	2.9	3.2	14.3	23.1
REINO UNIDO	1.0	-	-	-	15.0
OTROS PAISES EUROPEOS	7.0	13.0	13.0	32.0	42.0
TOTAL OECD EUROPEO	37.0	67.0	94.0	146.0	333.0
CANADA	6.0	6.0	5.0	8.0	4.0
JAPON	2.0	6.0	7.0	53.0	121.0
TOTAL OECD	45.0	80.0	106.0	210.0	400.0
ESTE Y OTROS DE ASIA	-	5.0	24.0	60.0	170.0
AFRICA Y AMERI CA LATINA	1.0	3.0	3.0	6.0	10.0
PAISES DE ECO- NOMIA CENTRAL PLANIFICADA	17.0	20.0	20.0	30.0	90.0
TOTAL MUNDIAL	60.0	105.0	150.0	300.0	680.0

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad

CUADRO No. I-4
CAPACIDADES DE PRODUCCION, EXPORTACION E
IMPORTACION DE CARBON ENERGETICO
(1977-2000)

(Millones de Toneladas)

PAIS	1977	1985		1990		2000	
		CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A
AUSTRALIA							
PRODUCCION	33.1	72	72	115	115	199	224
EXPORTACION	3.4	17	17	37	37	75	75
IMPORTACION	-	-	-	-	-	-	-
CANADA							
PRODUCCION	13	33	31	41	66	63	126
EXPORTACION	1	4	4	4	10	4	24
IMPORTACION	-	-	-	-	-	-	-
DINAMARCA							
PRODUCCION	0	0	6	0	6	0	6
EXPORTACION	0	0	3	0	3	0	3
IMPORTACION	4.6	10.7	11.1	13.7	14.4	9.4	20.9
REP. FED. ALEMANA							
PRODUCCION	80	84	91	86	93	105	113
EXPORTACION	5	-	-	-	-	-	-
IMPORTACION	8	9	11	18	26	20	40
ESTADOS UNIDOS							
PRODUCCION	443	588	668	651	920	1 035	1 713
EXPORTACION	11	20	30	30	60	65	130
IMPORTACION	-	2	2	2	5	5	7
JAPON							
PRODUCCION	9	11	11	11	11	11	11
IMPORTACION	2	6	7	24	33	53	73
REINO UNIDO							
PRODUCCION	92	94	101	96	109	119	143
EXPORTACION	1	3	3	3	2	2	-
FRANCIA							
PRODUCCION	13	8	8	5	5	5	5
IMPORTACION	14	11	34	14	51	26	100
ITALIA							
PRODUCCION	0.4	1	1	1	1	3	3
IMPORTACION	2	10.3	10.9	10.5	20.0	16.5	45.5
SUECIA							
IMPORTACION	0.3	2.9	3.2	5.1	11.5	14.3	23.1
HOLANDA							
IMPORTACION	1.5	7.0	7.0	9.8	13.0	19.9	34.2
FINLANDIA							
IMPORTACION	4.1	3.4	3.4	6.5	6.5	7.7	12.4

FUENTE; Comisión de Fomento Minero.

CUADRO No. I-5
 PRECIOS Y COSTOS DE CARBÓN ENERGÉTICO (1979)
 (DOLARES POR TONELADA MÉTRICA)

ORIGEN	EUROPA		JAPON	
DE ESTADOS UNIDOS	MINA SUBT.	MINA A TAJO	MINA SUBT.	MINA A TAJO
Precio FOB Mina	20.35	8.16	20.35	8.18
Mina a Puerto	10.15	10.20	10.15	10.20
Precio FOB Puerto	30.45	20.35	30.45	20.35
Costo de cargado	1.2	1.2	1.2	1.2
Flete por mar	6.10	8.11	11.15	9.12
Descarga	2	2	2	1
Costo en Puerto	39.59	31.50	44.64	31.50
Promedio	49	45	54	40
Dólares/MBTU	1.85	2.19	2.05	2.00
DE AUSTRALIA				
Precio FBO Mina	15.25	12.20	15.25	12.20
Mina a Puerto	5.10	5.10	5.10	5.10
Precio FOB Puerto	20.25	18.25	20.25	18.25
Costo de cargado	2	2	2	2
Flete por mar	10.14	10.14	6.8	6.8
Descarga	2	2	1	1
Costo en Puerto	34.43	42.43	29.35	27.35
Promedio	39	38	33	32
Dólares /MBTU	1.63	1.52	1.38	1.63
DE POLONIA				
Precio FBO Puerto	23.31		23.31	
Costo de cargado	1		1	
Flete por mar	5		11.13	
Descarga	2		1	
Costo en Puerto	31.39		36.44	
Promedio	35		40	
Dólares/MBTU	1.46		1.67	

FUENTE: Comisión de Fomento Minero.

1.5 PANORAMA NACIONAL

Por lo que respecta a México, existe relativamente poca experiencia en la utilización del carbón para generar energía eléctrica, ya que la mayor capacidad instalada que se tuvo hasta 1977 fue de 37.5 MW, el abastecimiento de combustible provenía de una pequeña mina de carbón, cuya producción no era mayor de 150 mil toneladas anuales.

De los programas de electrificación de la Comisión Federal de Electricidad en 1976 se consideraba que hacia el año 2000 se habrían instalado 28 unidades turbogeneradoras de 300 MW cada una, que en conjunto tendrían una capacidad instalada de 8 400MW, para ser abastecida con carbón. Estos programas al parecer han disminuido a 3 700MW instalados en 1990 y a 5 700MW en el año 2000, con lo cual el carbón participará en la generación de energía eléctrica como se muestra en el cuadro I-6, dentro de los escenarios de generación nacional previstos. De dicho cuadro se desprende que la participación relativa del carbón en la generación nacional, según la tasa baja de crecimiento del sector, alcanzaría su máximo nivel hacia 1995 con el 21.1% de la generación, disminuyendo hasta 15% en el año 2000.

Si se verificara la tasa alta de crecimiento, la máxima participación del carbón sería del 12.3% hacia 1990, disminuyendo hasta 7.5% en el año 2000.

Los programas carboeléctricos con las capacidades instaladas mencionadas para 1990 y el año 2000, implican la instalación de 12 unidades generadoras de 300MW durante el período 1978-1990 de las cuales cuatro están en construcción y otras cuatro más en estudio. En el período 1990-1995 se instalarían siete unidades más.

En términos globales, en los próximos 15 años deberán en -

trar en operación 19 unidades generadoras de la citada capacidad; o sea que en promedio, aunque no es estrictamente así, deben estar en operación 1.4 unidades por año, considerando las que están en construcción.

Las siguientes cuatro unidades carboeléctricas entrarán en operación entre junio de 1985 y 1987, las cuales serán abastecidas a través de unidades mineras cuyo proyecto en conjunto será manejado por Carbón II.

Posteriormente entrarán los proyectos Carbón III, IV y V para satisfacer las necesidades de otros tantos paquetes de cuatro unidades carboeléctricas, los que deberán estar en operación dentro de los periodos definidos para mayo de 1988 y mayo de 1995.

Bajo estas bases, y considerando que cada unidad generadora demanda del orden de un millón de toneladas de carbón anuales "todo uno" con las características cualitativas promedio en los carbones que abastecerán las primeras cuatro unidades en construcción, de acuerdo con los proyectos de la Minera Carbonífera de Rfo Escondido (MICARE), debería entrar en producción una mina con capacidad de diseño de dos millones de toneladas de carbón por año, cuya capacidad efectiva sería de 1.4 millones en términos globales.

De realizarse los programas de expansión del subsector carboeléctrico, lo cual parece ser un reto a corto y mediano plazo habrá que enfrentar diversos problemas técnicos, económicos y sociales que deberán estudiarse, y buscarse mecanismos de solución, si se quiere llegar a los objetivos trazados.

CUADRO I-6
 GENERACION DE ELECTRICIDAD EN GWH
 1978-2000

AÑO	TASA BAJA DE CRECIMIENTO			TASA ALTA DE CRECIMIENTO		
	TOTAL SECTOR	CARBON	%	TOTAL SECTOR	CARBON	%
1978	53 048		0.0	52 978	3 550	0.0
1982	73 230	3 550	4.8	83 990	3 550	4.1
1985	91 737	9 872	10.7	118 795	9 872	8.3
1990	133 549	25 994	19.5	211 938	25 994	12.3
1995	189 056	40 000	21.1	335 167	40 000	11.9
2000	267 663	40 000	14.9	530 046	40 000	7.5

TASA DE
 CRECIMIENTO ANUAL

1980-1990	6.5
1990-2000	6.0

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad,

CAPITULO II

MINERIA

2.1 ANALISIS DE LA PRODUCCION

Dentro del contexto mundial, la minería igual que los hidrocarburos, forma parte de la estrategia geopolítica de las naciones, al ser un recurso natural no renovable, necesario para la industrialización, y cuya participación activa en los mercados internacionales es actualmente un elemento vital de negociación frente a la inestabilidad en el mundo y la depreciación cada vez más acentuada de la mayoría de las monedas.

México requiere aumentar la producción de minerales y metales para satisfacer dos importantes objetivos: asegurar en la mayor medida posible el abastecimiento interno de estas materias primas, y apoyar el equilibrio de la balanza comercial del país, mediante el incremento en la generación de divisas provenientes de la exportación de excedentes de estos artículos, así como a través de la sustitución de importaciones de minerales que se estima factible producir en nuestro país.

Para tener una idea de la participación que nuestra producción minera ha desempeñado desde hace tiempo en el ámbito internacional, basta recordar que en 1958, México solamente destacaba dentro de los primeros cinco lugares a nivel mundial, entre los siguientes minerales: primero en plata, segundo en azufre, tercero en antimonio, cuarto en plomo y quinto en zinc. Ya para 1962, se logró aumentar esta participación a ocho minerales,-

agregándose a los anteriores, fluorita, bismuto y barita. Por esta época, nuestra producción de metales industriales tan importantes como el plomo y el zinc, fue superior a la del resto de América Latina y Asia.

En 1970, México fortaleció esa posición tradicional como uno de los más destacados países mineros del mundo, al ocupar los cinco primeros lugares: primero en fluorita y celestita; segundo en azufre y grafito; tercero en plata, antimonio y arsénico; cuarto en plomo, mercurio y bismuto; y quinto en barita. Esto nos demuestra que en esta actividad el país alcanza niveles considerables dentro de la producción minera mundial.

De 1970 a 1980, el valor de la producción minero-metalúrgica, paso de 9 106 a 71 971 millones de pesos. Dentro de este lapso, el mayor aumento se registró en los años 1979 y 1980, donde el producto interno bruto minero alcanzó el 3.89% y 4.51%, respectivamente (Cuadros II-1 y II-2).

En 1980, del valor de la producción minera, que alcanzó la cifra de 71 971 millones de pesos, 48 164 correspondieron a minerales metálicos, mientras que el monto de los no metálicos ascendió a 23 806, destacando por orden de importancia, los siguientes minerales: Metales.-plata, cobre, zinc, plomo y fierro. No Metales. Arena y grava, coque, azufre, sal y fluorita. La participación del carbón en este año fue de 12.06%, y dentro de la producción minera total, fue de 4.64% (Gráficas II-1 y II-2).

La producción de carbón mineral, se sostuvo más o menos constante hasta 1950, teniendo sólo ligeros aumentos -- por la circunstancia de que se le ha dado prioridad al-

petróleo, ya que se considera que el combustible líquido es de empleo más cómodo y económico.

En la última década, la producción de carbón mineral ha registrado ascensos continuos, teniendo 2 616 070 toneladas en 1970 y 7 009 716 toneladas en 1980; solo en el lapso 1979-1980 se puede observar un ligero descenso, ya que de 7 356 696 toneladas, se pasó a 7 009 716 toneladas respectivamente. Los datos anteriores (Cuadro II-2), corresponden al carbón en bruto, tal como se obtiene de las minas, o sea el llamado "todo uno"; para su aprovechamiento, generalmente es necesario someterlo a un lavado con el objeto de reducir su contenido de cenizas.

Haciendo énfasis en la importancia del sector minero, - resulta elocuente tener en cuenta, que proporciona las materias primas para las industrias básicas del país, - como son, la siderurgia, fertilizantes y química, cuya participación en el P.I.B. es del orden de 5.0% y sus principales insumos son de origen mineral (4).

En el Plan Nacional de Desarrollo Industrial. se establecen metas cuantitativas a largo plazo de 1982 a 1990 para 45 ramas de actividad económica, de las cuales 33 son industriales. Sus tasas de desarrollo van del 9.7% al 18.3% y en proporciones similares habrán de aumentarse sus requerimientos de las materias primas minerales que procesan.

Por estudios elaborados sobre estos requerimientos, se ha determinado que, en algunos casos, se cuenta con reservas suficientes para cubrir la demanda de 1960 a 1990,

(4) Situación Actual y Futura. Consejo de Recursos Minerales, Publicación 25-E, enero de 1982.

pero en otros, las necesidades son superiores a las reservas, lo que obligará a la intensificación de las actividades exploratorias, tanto para nuevos yacimientos como para incrementar las reservas de los que están en explotación, pues de otra forma, se llegaría a una dependencia total de las importaciones.

CUADRO No. II-1
 PRODUCCION MINERO-METALURGICA DE MEXICO (VOLUMEN Y VALOR)
 1970-1980

PRODUCTO	1970		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
TOTAL:		9 106 830		71 970 961
A. METALICOS		6 732 609		48 164 323
I. METALES PRECIOSOS		1 394 033		25 325 509
Oro (kg)	4 123	161 091	6 096	2 826 879
Plata (Kg)	1 206 436	1 232 942	1 472 557	22 498 639
II. METALES INDUSTRIALES		5 338 576		22 839 314
Aluminio (1)		-	42 601	1 521 023
Antimonio	2 388	48 051	2 176	149 952
Arsénico	3 852	7 092	5 250	87 024
Bismuto	565	74 519	770	95 591
Cadmio	1 477	145 818	1 791	231 864
Cobre	80 501	1 613 820	175 399	8 670 688
Estaño (1)	292	17 566	1 382	598 507
Hierro	3 113 425	888 942	5 087 361	3 159 932
Manganeso	131 049	217 541	160 966	574 326
Mercurio	197	20 343	145	30 846
Molibdeno	41	1 955	74	36 774
Plomo	179 296	788 343	145 549	3 231 847
Selenio	39	10 025	46	21 067
Tungsteno	348	25 660	266	87 043
Zinc	271 373	1 477 571	238 231	4 242 230
B. MINERALES NO METALICOS (Volumen en peso bruto)		2 374 221		23 806 136
Arcillas impuras	141 263	4 242	306 605	73 905
Arena y grava (m ³)	-	-	4 081 382	9 740 600
Asebesto	15	8	-	-
Azufre	1 608 245	619 786	2 102 301	3 442 336
Barita	255 257	56 274	269 322	270 989
Bentonita	45 793	4 579	176 028	19 584
Calcita	4 378	483	226 882	20 581
Caliza	3 418 644	51 280	31 172 739	1 723 852
Caolín	94 364	7 549	271 041	46 833
Carbón (2)	147 160	16 158	7 009 716	2 873 984

(continúa....)

(Continuación) PRODUCCION MINERO-METALURGICA DE MEXICO

PRODUCTO	1970		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
Celestita	18 273	3 540	40 761	70 924
Diatomita	19 559	2 347	56 352	44 476
Dolomita	410 120	24 607	378 316	22 699
Feldespató	97 107	12 624	117 214	188 975
Fluorita	1 085 694	736 888	916 455	1 921 046
Fosforita	71 542	5 723	396 646	383 370
Grafito	65 392	40 543	44 854	79 176
Magnesita	28 725	10 916	15 865	4 670
Mármol	3 767	866	164 392	191 428
Mica	782	391	3 600	3 600
Perlita	13 479	674	44 379	17 158
Sal	-	-	6 575 302	2 405 521
Sílice (3)	411 432	61 715	892 963	136 725
Talco	2 108	631	10 088	1 185
Tierras Fuller	50 303	5 030	56 858	38 846
Vermiculita	-	-	545	1 012
Wollastonita	1 593	297	20 146	6 398
Yeso	1 514 431	68 149	2 170 669	116 265

(1) Incluye mineral de importación

(2) Se refiere al carbón no destinado a la coquización

(3) Incluye la producción de arena para vidrio, cuarzo y materiales silíceos.

FUENTE: Dirección General de Minas, SEPAFIN

CUADRO II-2
 PARTICIPACION DE LA MINERIA EN EL
 PRODUCTO INTERNO BRUTO
 (México) (Millones de Pesos)
 1979-1980

AÑOS	P.I.B.	SECTOR INDUSTRIAL (2)	INDUSTRIA MINERA (3)	PARTICIPACION %	
	(1)			(4=3/1)	(5=3/2)
1979	3 067 526	1 071 542	41 715	1.36	3.89
1980	4 276 490	1 594 615	71 971	1.68	4.51

FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales, S.P.P., Dirección General-
de Minas.

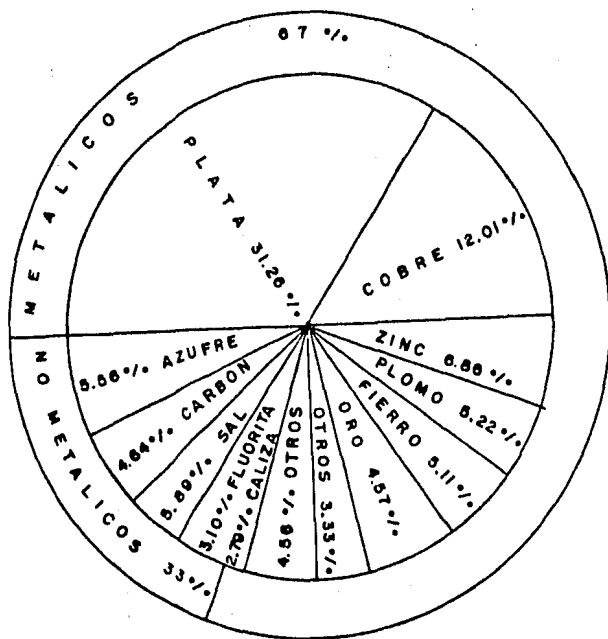
CUADRO II-3
 PRODUCCION DE CARBON EN MEXICO
 (1970-1980)
 (Toneladas)

AÑOS	C A R B O N	
	TODO UNO	LAVADO
1970	2 616 070	1 305 140
1971	2 748 973	1 058 862
1972	3 613 929	2 041 768
1973	4 263 137	2 408 552
1974	5 165 739	2 918 497
1975	5 193 446	2 906 048
1976	5 649 628	2 449 384
1977	6 610 223	2 915 696
1978	6 755 556	3 084 564
1979	7 356 696	3 124 938
1980	7 009 716	3 054 183

FUENTE: Dirección General de Minas, SEPAFIN.

GRAFICA II-1
VALOR DE LA PRODUCCION MINERA METALURGICA
DE MEXICO

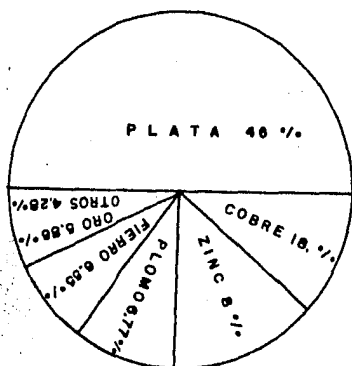
1980



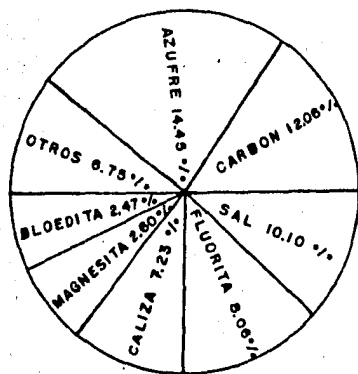
CONCEPTOS	MILES DE PESOS	%
TOTAL	71 970	100.00
METALICOS	48 164	67.00
NO METALICOS	23 806	33.00

GRAFICA II-2
VALOR DE LA PRODUCCION MINERO METALURGICA DE
MEXICO

1980



METALICOS		
PRODUCTOS	MILES DE PESOS	%
TOTAL	48 164	100.00
PLATA	22 498	46.00
COBRE	8 670	18.00
ZINC	4 242	8.00
PLOMO	3 231	6.77
FIERRO	3 159	6.55
ORO	2 826	5.86
OTROS	2 063	4.28



NO METALICOS		
PRODUCTOS	MILES DE PESOS	%
TOTAL	23 806	100.00
AZUFRE	3 442	14.45
CARBON	2 873	12.06
SAL	2 405	10.10
FLUORITA	1 921	8.06
CALIZA	1 723	7.23
MAGNESITA	620	2.60
BLOEDITA	588	2.47
OTROS	1 609	6.75

2.2 IMPORTACIONES

El monto de la importación minero-metalúrgica de nuestro país, ha mostrado un ritmo de crecimiento acelerado en los últimos cinco años del período en estudio, al pasar de 4 514 millones de pesos en 1976 a 18 586 millones de pesos en 1980 (Gráfica II-3).

Analizando la importación minero metalúrgica de los dos últimos años, tenemos que para 1979 los principales metales de importación fueron: aluminio, fierro y cobre. También se efectuaron importaciones de cromo, estaño, molibdeno, níquel, magnesio y titanio. De minerales no metálicos, se importaron principalmente: fosforita, asbesto, carbón, coque, alúmina, barita, potasio, sílice, arcillas, talco y caolín. En 1980 los principales productos mineros importados fueron los mismos que el año anterior. De un valor total de 18 586 millones de pesos, 11 916 millones correspondieron a minerales metálicos, mientras que el monto de los no metálicos ascendió a 6 669 millones de pesos, de los cuales 1 160 millones correspondieron al carbón, con un volumen de 823 901 toneladas (Cuadro No. II-4).

Los volúmenes y tipos de productos minerales que importamos nos dan a conocer el déficit minero de nuestro país, tanto cualitativo como cuantitativo.

En efecto, estamos importando minerales de los que carecemos, como bauxita, alúmina, cromo y níquel; también productos como fosforita, carbón y barita. Asimismo, importamos productos semielaborados, de sustancias que México produce en fuertes cantidades, pero que por razones de tamaño de mercado interno, o de tecnología dispo

nible, no se producen en nuestro país de la calidad que se requiere en los pasos posteriores del proceso de transformación. Tal es el caso de arcillas, caolín, talco y yeso, entre otros.

Respecto al carbón mineral, en forma complementaria se recurre a la importación, ya que el alto crecimiento registrado por las industrias siderúrgica y minero metalúrgica, ha hecho que a partir de 1940 la producción nacional de carbón sea insuficiente para cubrir su demanda, por lo que se ha tenido la necesidad de recurrir al mercado externo. A partir de 1952 las importaciones sufrieron un fuerte incremento presentando un promedio de 48 000 toneladas anuales hasta llegar a las 64 000 en 1966.

En la última década (1970-1980) las importaciones se han realizado en un promedio de 56 000 toneladas anuales hasta 1980 con un valor medio anual de 753 542 millones de pesos.

Del total de importaciones de carbón mineral, un 99% proviene de Estados Unidos y el resto de Alemania, Canadá, Inglaterra, etc.

Las crecientes presiones económicas, demográficas y sociales, tanto internas como provenientes del exterior, hacen desde todos los puntos de vista, deseable la ampliación de nuestra producción minera, tanto en cantidad como en calidad.

Una política de aliento a la exploración, por una parte, y una serie de medidas que permitan el aprovechamiento de minerales por la otra, ensancharía el volumen de nuestras reservas y en consecuencia, determinaría un aumento substancial de nuestra producción minera.

CUADRO II-4
 IMPORTACION MINERO METALURGICA DE MEXICO (1979-1980)
 VOLUMEN Y VALOR

PRODUCTO	1979		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
TOTAL		13 187 332		18 586 499
A. METALICOS		7 460 700		11 916 766
I. METALES PRECIOSOS		3 639		12 461
Platino (grs.)	14 179	3 639	37 100	12 461
II. METALES INDUSTRIALES		7 630 696		11 904 315
Aluminio	64 010	2 063 164	70 146	2 744 283
Arsénico	0.99	27	0.01	367
Berilio	5	184	0.23	8
Bismuto	15	67	.035	9
Cadmio	520	17	.030	64
Cobalto	59	80 644	75	93 552
Cobre	22 300	949 617	43 225	2 113 400
Cromo	55 015	101 716	36 905	85 824
Estaño	2 868	643 354	3 065	767 505
Fierro	1 145 013	2 511 015	1 334 550	4 850 891
Magnesio	2 272	106 288	5 575	256 622
Manganeso	29 637	83 020	98 298	157 996
Mercurio	2 842	424	0 116	81
Molibdeno	927	433 351	440	149 450
Níquel	4 605	508 456	3 404	475 091
Paladio	147 210	11 859	0 101	16 338
Plomo	257	3 785	1 278	10 113
Selenio	75	548	.009	4 828
Titanio	62 485	55 059	74 984	102 321
Tungsteno	76	72 348	116	75 813
Zinc	575	5 853	190	4 878
B. NO METALICOS		5 629 167		6 669 723
Abrasivos	1 571	16 023	1 113	163 182
Alúmina	115 282	540 858	103 853	614 714
Arcillas	162 841	171 060	201 488	246 843
Asbesto	71 617	921 864	1 113 578	79 013
Asfalto	16 054	5 086	1 030	5 831 599
Azufre	92 511	4 988	1 084	5 611

(Continúa....)

(Cont.)

IMPORTACION MINERO METALURGICA DE MEXICO

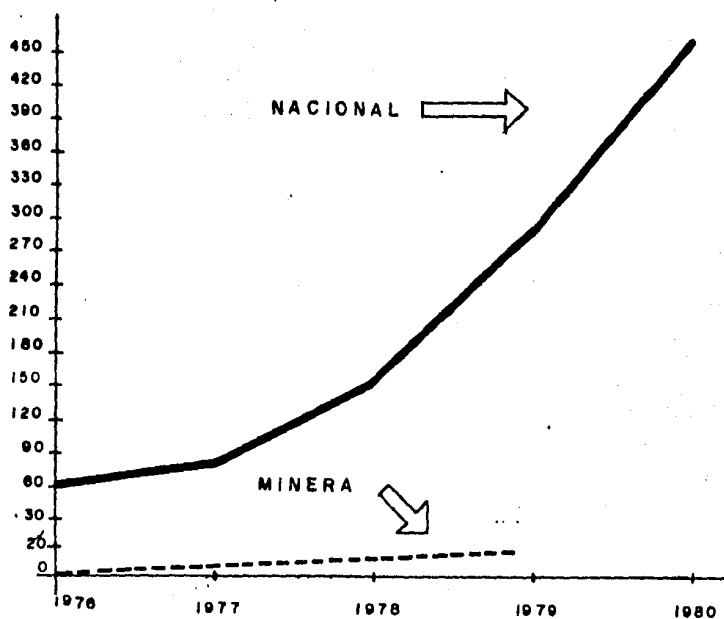
PRODUCTO	1979		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
Barita	62 593	279 246	127 490	413 030
Bauxita	7 782	198 622	90 098	348 725
Bentonita	54	33 226	6 674	30 791
Calcita	nd	4 775	1 925	6 385
Caolín	71 449	126 905	82 747	179 757
Carbón	711 632	918 790	823 901	1 160 604
Diatomita	228	740	801	3 602
Dolomita	124	872	105	272
Feldespató	3 434	5 559	3 184	5 009
Fluorita	15	61	22	179
Fosforita	1 195 906	972 026	1 000 000	957 948
Grafito	309	5 961	379	10 677
Magnesita	28 793	113 086	89	418
Mármol	3 309	12 458	3 366	19 822
Mica	629	20 465	551	33 999
Sal	863	2 536	1 337	4 821
Sílice	464 913	102 354	435 564	96 588
Talco	159 844	112 322	150 136	118 662
Tierra Fuller	214	435	160	447
Vermiculita	682	3 534	876	5 760
Yeso	26 325	20 129	27 867	24 051

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior, e investigación directa

GRAFICA II-3
 IMPORTACIONES
 (1976-1980)
 (Millones de pesos)

AÑOS	NACIONAL	MINERIA	%
1976	90 900	4 514	4.97
1977	126 352	6 553	5.19
1978	177 948	9 338	5.25
1979	273 336	13 264	4.85
1980	426 131	18 586	4.36

FUENTE: Dirección General de Estadística, SPP,
 e Instituto Mexicano de Comercio Exterior



2.3 EXPORTACIONES

La producción minera mexicana se destina en buena parte a la exportación y, aunque ésta en los últimos años ha ido en aumento, su participación dentro del valor total de las exportaciones de mercancías que el país realiza, se redujo en los últimos cinco años del período de estudio, de 13.20% en 1976 a 8.49% en 1980. (Gráfica II-4).

Analizando la exportación minero metalúrgica de los dos últimos años, tenemos que para 1979 las exportaciones de minerales metálicos correspondieron en orden de importancia a los siguientes productos: plata, cobre, plomo, bismuto y mercurio.

Respecto a los no metálicos, las exportaciones correspondieron al azufre, grafito, fluorita y sal, y en menor proporción, al yeso, barita y tierras fuller. Cabe aquí hacer la observación de que la mayoría de las exportaciones se efectúa en productos con bajo grado de transformación, es decir, minerales naturales o sin refinar.

En 1980 el valor total de la exportación minero metalúrgica fue de 31 131 millones de pesos, correspondiendo 25 281 millones de pesos a los metálicos, mientras que los no metálicos alcanzaron la cifra de 5 850 millones de pesos (Cuadro II-5).

Los metales más importantes fueron: plata, plomo y zinc. Aquí se puede observar que se siguen exportando al igual que en años anteriores únicamente aquellos productos que son más rentables en el mercado externo.

En cuanto al carbón mineral, las colocaciones de éste en mercados externos sólo se han realizado esporádica -

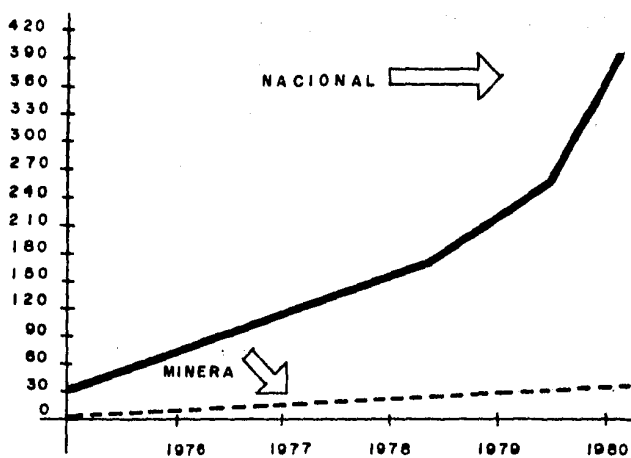
mente, guardando una importancia mínima, ya que sólo -- han sido polvos o bien desperdicios del mismo. En 1976- se exportaron 968 toneladas, de las cuales 808 fueron - para Estados Unidos, Argentina 19, Venezuela 123 y, el- resto a Alemania y República Dominicana. En 1980 des- cendió a 696 toneladas, 565 para Estados Unidos, Argen- tina 74, Cuba 20 y Jamaica 8.

Como podemos observar, uno de los principales países -- consumidores de nuestros productos minerales es Estados Unidos de Norteamérica, cuyas compras representan el va lor más alto del total de exportaciones minero metalúrgicas del país. Le siguen en importancia Japón, Reino- Unido, Brasil y Alemania Federal.

GRAFICA II-4
 EXPORTACIONES
 (1976-1980)
 (Millones de Pesos)

AÑOS	NACIONAL	MINERIA	%
1976	51 905	6 852	13.20
1977	96 786	10 178	10.52
1978	130 377	11 593	8.89
1979	208 064	17 798	8.55
1980	366 826	31 131	8.49

FUENTE: Dirección General de Estadística, SPP, e Instituto Mexicano de Comercio Exterior



CUADRO II-5
 EXPORTACION MINERO METALURGICA DE MEXICO
 Volumen y Valor
 (1979-1980)

PRODUCTO	1979		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
TOTAL		14 384 652		31 131 849
A. METALICOS		10 122 068		25 281 830
I. METALES PRECIOSOS		4 801 407		15 502 480
Plata (1)	16 274 998	4 601 407	1 051 294	15 502 480
II. METALES INDUSTRIALES		5 320 661		9 779 350
Aluminio (1)	1 845	78 525	15	697
Antimonio	3 277	46 546	1 304	46 159
Arsénico	242	28 350	3 816	62 948
Bismuto	633	76 832	718	82 205
Cadmio	15	1	558	67 687
Cobre	20 424	782 495	90 506	4 889 997
Fierro	-	-	40 264	328 353
Manganeso	15	506	135 900	238 567
Mercurio	17 880	277 939	385	61 460
Molibdeno	220 902	270 289	-	-
Plomo	183	28 345	63 860	1 476 304
Selenio	2	343	20	7 074
Tungsteno	76 610	1 840 350	235	48 339
Zinc	34	16 306	201 285	2 467 128
B. NO METALICOS		4 262 584		5 850 019
Arcillas impuras	981	946	410	1 036
Asbesto	2 097	6 910	21	43
Azufre	505	1 285	1 150 401	2 467 325
Barita	42	1 369	115 596	96 887
Bentonita	983	3 483	1	7
Caliza	1 204 240	1 804 773	18 025	1 048
Caolín	8 343	763	1 502	4 090
Carbón	134 584	98 124	696	13 457
Celestita	74	188	40 622	70 549
Diatomita	852	262	14 827	56 415
Dolomita	4	50	990	1 563

(Continúa...)

(Cont.) EXPORTACION MINERO METALURGICA DE MEXICO

PRODUCTO	1979		1980	
	TONELADAS	MILES DE PESOS	TONELADAS	MILES DE PESOS
Feldespató	1 565	19 487	21	7
Fluorita	39 963	8 968	722 903	1 513 179
Fosforita	10	27	261	1
Grafito	9 115	11 000	37 377	61 527
Magnesita	260	1 863	110	1 128
Mármol	1 004	4 605	897	9 204
Mica	19	20	12	24
Perlita	2 806	9 348	1 880	7 699
Sal	5 233 356	853 635	5 256 551	1 104 636
Silice	28 135	58 626	21 058	61 936
Talco	-	-	-	-
Tierras Fuller	12 826	79 756	20 722	115 901
Vermiculita	1 228	516	276	42
Wollastonita	339	385	983	1 434
Yeso	1 838 278	115 197	2 107 102	115 366

(1) Volumen en Kilogramos

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior.

2.4 CONSUMO DE CARBON MINERAL EN SUS DISTINTOS USOS

En cuanto a la distribución del consumo de carbón en México, se tiene que la industria siderúrgica absorbe en promedio el 85%; la industria minero metalúrgica el 15%; en la generación de energía eléctrica el 2.1% y en -- otros usos el consumo es insignificante.

En la última década se obtuvo en promedio un consumo nacional de carbón de 6 345 toneladas anuales, de las cuales 5 393 se consumieron en la industria siderúrgica y 133 toneladas anuales para la generación de energía -- eléctrica (Cuadro II-6).

Al suponer que el crecimiento de la industria minero metalúrgica permanezca a niveles de crecimiento constante en los próximos años, se espera que en 1985 se consumirán 17 909 toneladas de carbón y para el año 2000- - -- 64 981 toneladas.

En cuanto al empleo de carbón para la generación de -- energía eléctrica, las estimaciones para 1985 ascenderían a aproximadamente 4 585 toneladas y para el año -- 2000 a 27 004 millones de toneladas. (Cuadro II-7).

Es imperativo incorporar la producción de grandes yacimientos carboníferos a la generación de energía eléctrica, como combustible de plantas termoeléctricas, ya que de seguir usando hidrocarburos, se ocasionan serios perjuicios en el desenvolvimiento de la industria petrolera a otros fines cuya productividad es mucho mayor.

La conveniencia de usar carbón para la generación de -- energía eléctrica debe definirse al observar que los -- avances de energía nuclear en este campo pueden en corto tiempo hacer obsoleto el uso del carbón en proyectos

nuevos.

La necesidad de satisfacer la creciente demanda debe -- traer aunado la intensificación en las exploraciones de este mineral, así como la realización de proyectos mine-ro-metalúrgicos.

Como ya hemos visto, las áreas que presentan mayores -- perspectivas para realizar exploraciones futuras son -- las Cuencas de Sabinas y la porción septentrional de la Cuenca de Saltillo.

CUADRO II-6
CONSUMO DE CARBON MINERAL EN SUS DISTINTOS USOS
(Miles de Toneladas)

AÑOS	INDUSTRIA MINERO METALURGICA	INDUSTRIA ELECTRICA	INDUSTRIA SIDERURGICA	TOTAL
1970	291	42	1 727	2 081
1971	441	63	2 619	3 156
1972	693	110	4 146	4 949
1973	774	118	4 640	5 532
1974	855	145	5 230	6 230
1975	948	143	5 672	6 763
1976	1 051	150	6 306	7 507
1977	941	125	7 195	8 261
1978	896	156	7 179	8 231
1979	762	2	7 817	8 579
1980	1 098	-2 (1)	6 303	7 401

(1) La Central Venustiano Carranza en Río Escondido, Coah., no operó durante 1979 y 1980.

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

CUADRO II-7
 PROYECCION
 PARTICIPACION DEL CARBON EN LA GENERACION DE ENERGIA
 ELECTRICA EN MEXICO
 (Millones de Toneladas)
 (1985-2000)

ANO	TOTAL	SECTOR SIDERO METALURGICO	%	SECTOR ELECTRICO	%
1985	22 493	17 909	79.6	4 584	20.4
1990	41.543	29 959	72.1	11 584	27.9
1995	61.933	44 265	71.5	17 668	28.5
2000	91 985	64 981	70.5	27 004	29.4

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

CAPITULO III

GENERACION DE ENERGIA CARBOELECTRICA

3.1 LA EXPLOTACION DEL CARBON EN MEXICO

La importancia del carbón en México, al igual que en el resto del mundo, radica en su capacidad de generar energía y con ello, desarrollo de actividades económicas.

Es indudable que en México el carbón mineral ya se conocía como elemento combustible desde la época precolombina, pero se ignora si se usó en fundiciones de minerales o para algunos otros usos. No es sino hasta 1850 - cuando se conoce el carbón mineral como tal, es decir, - en su uso para industrialización. En 1860 se inicia la primera explotación sistemática, y en 1884 la primera - producción comercial. A partir de este año y hasta - - 1890 el carbón mineral explotado tuvo como uso exclusi- vo abastecer de combustible a los ferrocarriles del - - país.

Con la seguridad de poseer reservas suficientes de carbón coquizable en México, a partir de 1900 se desarrolla la industria siderúrgica y minero-metalúrgica, y se integran varias industrias más que se basan en el carbón mineral y sus derivados como combustibles principales.

Aún en la utilización que se le dió en los ferrocarriles, al paso del tiempo el carbón fue sustituido en este uso por los derivados de los hidrocarburos, de manera que en 1930 prácticamente todas las locomotoras utilizaban estos últimos, y el uso del carbón mineral se -

vio reducido, hasta la fecha, a ser utilizado como elemento reductor en fundiciones de minerales, en la siderurgia y en petroquímica.

A pesar de que el carbón mineral ha sido la base principal como energético en la electrificación de muchos países, en México casi no se ha usado en esta rama. Así, en México, la estructura porcentual en el uso del carbón queda: en la elaboración de coque para la industria siderúrgica 90%; en la industria minero-metalúrgica 7% y en la generación de energía eléctrica 3%. En los últimos años se ha visto la necesidad de realizar un inventario de los recursos energéticos del país y estudiar su óptimo aprovechamiento, a través de la utilización racional en base a las reservas existentes, con el fin de asegurar el futuro desarrollo de la nación.

Actualmente se cuenta ya con un programa para la cuantificación y cualificación de las reservas carboníferas del país, a cargo del Consejo de Recursos Minerales, -- donde existen proyectos -- uno ya en marcha -- de construcción de plantas carboeléctricas y se estudia en algunas instituciones algunos aspectos de la química del carbón para su mejor aprovechamiento⁽⁵⁾.

Las principales zonas en las que se está trabajando tanto en exploración como en explotación de este recurso mineral, se ubican en tres regiones que, citadas en orden de importancia actual, corresponden a los estados -- de Coahuila, Sonora y Oaxaca, entre otros estados de la República (Colima, Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Puebla, --

(5) Es posible obtener de este producto derivados tales como: ácido nítrico, amoníaco, toluol, benzol, tolueno, xileno, naftas, creatosas, etc.

San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz) se encuentran evidencias de carbón. En el plano nacional, la zona más importante es la de Sabinas, y ésta a su vez se integra por ocho cuencas: Sabinas, Las Esperanzas, Saltillo, Lampacitos, San Patricio, Las Adjuntas, Monclova y San Salvador. La Cuenca de Río Escondido se localiza en el extremo noroeste del estado de Coahuila, en la región de Nava y Piedras Negras, con una superficie de 2000 Km², y está constituida principalmente por carbón no coquizable, y cuya exploración la realiza la Comisión Federal de Electricidad, con el fin de incrementar sus reservas de carbón y en función de las mismas llevar a cabo la planeación de la instalación de nuevas plantas termoeléctricas.

Entre los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero, se encuentra la zona carbonífera de la Mixteca, que se extiende en 3000 Km² y en Sonora la de San Marcial y Santa Clara, con yacimientos de carbón en su mayoría no coquizable, las reservas se consideran de poca cuantía, aun cuando no se ha realizado su correcta evaluación.

El poco uso de este recurso ha originado que la información esté dispersa y sea imprecisa, de tal forma que las series publicadas casi siempre resultan diferentes entre las diversas fuentes, ya que consideran diferentes conceptos al realizar las evaluaciones.

Un estudio del ritmo de producción del carbón mineral en relación con el consumo y reservas ayuda a tener una visión de la problemática de la industria carbonífera; de 1968 a 1978 la producción nacional de carbón "todo uno", carbón lavado y carbón de coque aumentaron a una tasa media anual del 11.0%; 7.2% y 9.3% respecti

vamente, al pasar su producción de 2 605 370; 1 671 765 y 1 149 837 a 6 755 556; 3 084 554 y 2 905 923 toneladas, respectivamente. A pesar de este aumento se siguió presentando un desequilibrio entre la oferta y la demanda, de tal forma que la producción nacional de carbón coquizable no alcanzaba a cubrir la demanda interna, debido en parte a que el desarrollo de la industria carbonífera no ha sido paralelo al desarrollo de la industria siderúrgica, la cual absorbe la mayor parte del consumo nacional, por lo que se ha tenido que recurrir a las importaciones. Durante el mismo período, el consumo nacional del carbón mineral pasó de 3.6 millones de toneladas a 8.2 millones en el último año, con lo cual se registró una tasa media anual de crecimiento del 9.5%.

Este producto ha sido explotado en México solamente para beneficio de 3 o 4 empresas particulares que lejos de fomentar el uso del carbón para otros fines, no han tratado siquiera de producir para cubrir su demanda y, a su vez, no se han interesado en intensificar las explotaciones para incrementar las reservas.

Es sabido que el potencial de las reservas en México sería suficiente para cubrir la demanda interna y aún para satisfacer una demanda mayor diversificando su uso, pero actualmente sucede que el 28% aproximadamente del consumo nacional se satisface por medio de importaciones; indudablemente esto obedece no a que en México se desconozca el potencial de las reservas ni a la falta de previsión industrial al proyectar las ampliaciones siderúrgicas, sino a que existe una conveniencia económica individual de las empresas consumidoras de este bien.

3.2 ANALISIS DE LA SITUACION Y PERSPECTIVAS DEL CARBON COMO ENERGETICO PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD

Hasta antes de que en el escenario energético mundial - apareciera el petróleo como principal fuente de energía primaria, el carbón jugaba un papel determinante como combustible. En efecto, el carbón habfa posibilitado - la Revolución Industrial de principios del Siglo XVIII- y XIX y el surgimiento y consolidación de las economías altamente industriales de hoy, alcanzando sus máximos - niveles de producción y consumo durante el primer cuarto del presente siglo. A partir de entonces la producción de carbón ha ido declinando y actualmente sólo - abastece el 19% de la energía consumida mundialmente. - Sin embargo, se espera que en lo que resta del siglo, - el carbón ofrezca un aporte más importante al crecimiento de la oferta energética. Se prevé que para la presente década el incremento de la oferta mundial de energía contendrá una participación del carbón alrededor -- del 30% llegando a más del 38% para la última década -- del presente siglo (Cuadro III-1).

Para hacer frente a estas previsiones, se cuenta con reservas probadas de alrededor de 640 000 millones de toneladas, cantidad suficiente para mantener por muchos años los niveles actuales de producción.

No obstante, cerca del 80% de estas reservas se encuentran localizadas en los países industrializados. Si a ello sumamos el hecho de que en la actualidad aproximadamente el 90% de la producción y consumo de carbón se efectúa en las economías industriales, entonces resulta evidente que será en estas sociedades donde se dará el cambio hacia el uso del carbón.

Prente a este escenario de disponibilidad y distribución geográfica del recurso, cabe ahora describir la participación del carbón en cuanto a su utilización por destino final.

En el mundo occidental destaca la generación de electricidad como destino final del carbón, ya que aproximadamente la mitad de ese recurso se dirige a su transformación en energía eléctrica (Cuadro III-2).

Aunado a las ventajas técnico-económicas que provocan el cambio en los usos del carbón, se encuentra el hecho de que los países industrializados, altos consumidores de energía, han implementado políticas en materia energética tendientes a impulsar la generación eléctrica en base al carbón. En efecto, los países de la Comunidad Económica Europea (CEE), particularmente Gran Bretaña y la República Federal Alemana, han implementado políticas de apoyo a favor de la producción y uso del carbón que contribuirán de manera importante a la disminución de las importaciones petroleras y a asegurar el aprovechamiento de energía.

El planteamiento resulta válido sobre todo para la generación de electricidad. Dicho apoyo se centra básicamente en la adopción de estímulos a la construcción de grandes centrales eléctricas a base de carbón y la aplicación de límites estrictos al uso de petróleo y gas natural en la producción de electricidad (6).

De acuerdo a los programas de los países miembros de la CEE, los combustibles sólidos y la energía nuclear debe

(6) Revue de L'Énergie, 1978

CUADRO III-1

INCREMENTOS DE LA OFERTA MUNDIAL DE ENERGIA
(PARTICIPACION PORCENTUAL)

	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999
PETROLEO	61.8	41.4	24.6	5.3
GAS NATURAL	23.7	17.8	18.3	23.2
CARBON	7.5	21.9	30.0	38.7
ELECTRICIDAD PRIMARIA	7.0	17.5	18.3	20.6
HIDROELECTRICIDAD	6.0	10.3	13.6	8.7
NUCLEOELECTRICIDAD	1.0	7.2	4.7	11.9
OTROS	-	1.4	8.8	12.2
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Banco Mundial, 1981

CUADRO III-2

PRINCIPALES MERCADOS PARA EL CARBON EN LOS
PAISES OCCIDENTALES

(Participación porcentual)

MERCADOS	ESTADOS UNIDOS	EUROPA OCCIDENTAL	JAPON	OTROS PAISES	PROMEDIO
GENERACION DE ELECTRICIDAD	77	57	18	36	47
HIERRO Y ACERO	10	20	66	16	27
INDUSTRIAL	11	9	5	33	15
RESIDENCIAL Y COMERCIAL	2	14	11	8	9
FERROCARRILES	-	-	-	7	2

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior, 1980.

rán generar entre un 70 y un 73% del total de electricidad de la comunidad en 1990, contra 52% en 1978. Para que se cumplan estos propósitos los países miembros deberán usar para 1990 combustibles sólidos y energía nuclear en las siguientes proporciones de su generación total de electricidad: Alemania 71%, Francia 73%, Italia 56%, Holanda 42%, Bélgica 69%, Reino Unido 82%, Irlanda 57% y Dinamarca 90%. En aquellos países cuya dependencia del petróleo importado seguirá siendo grande como Holanda, Irlanda e Italia deberán considerar en forma prioritaria la intensificación de programas carboboeléctricos y nucleoeeléctricos. (7).

Por su parte Estados Unidos, de conformidad a su Plan Nacional de Energía, busca garantizar su demanda futura de energía a través del uso de sus abundantes recursos carboníferos. En ese sentido, establece la meta de producción de más de mil millones de toneladas anuales para 1985 que, de acuerdo al esquema actual de distribución por destino final, representaría dirigir alrededor de 800 millones de toneladas de carbón a la generación de electricidad en ese año (8). Sin embargo, estas previsiones podrían verse obstaculizadas por la situación por la que atraviesan las empresas de generación eléctrica. En efecto, los altos costos de construcción, las elevadas tasas de interés, las tarifas sujetas a control y las objeciones de los grupos defensores del medio ambiente representan serias barreras al desarrollo carboeléctrico estadounidense.

Otros países industrializados con economía de mercado -

(7) Comunicado de la Comisión de las Comunidades Europeas al Consejo de Ministros de la CEE, Bruselas, 1978.

(8) The National Energy Plan, Washington, D.C.

no parecen estar muy alejados de esa tendencia hacia la utilización de fuentes alternas de energía.

Desde 1973 todas las fuentes alternativas mostraron una tendencia creciente a ajustarse a los precios de los -- productos petroleros, sobre todo en el caso del carbón -- para los sectores industrial y residencial/comercial. -- El precio de la electricidad también se ha ajustado con rapidez a las variaciones en el precio del petróleo⁽⁹⁾. Pero en términos absolutos la diferencia entre el petróleo y el carbón se ha acrecentado y con ello se ha creado un incentivo mayor para la utilización de este último energético.

Esa tendencia hacia la mayor utilización del carbón se ha reunido y ordenado por la Agencia Internacional de -- Energía (AIE), organismo que surgió como respuesta a -- los estados industriales importadores de petróleo y al -- embargo petrolero árabe 1973-1974. La AIE inscrita en -- el seno de la Organización de Cooperación y Desarrollo -- Económico (OECD) se establece con el propósito de ins -- trumentar el Programa Internacional de Energía propues -- to por Estados Unidos para coordinar las políticas ener -- géticas de los países industrializados⁽¹⁰⁾.

Los principios de la política energética de la AIE pro -- pugnan porque cada país participante reduzca en térmi -- nos absolutos las importaciones futuras de petróleo -- por medio del uso eficiente de la energía, de la expan -- sión de las fuentes locales de energía y de la sustitu -- ción del petróleo; que el Estado permita que los precios -- internos de la energía alcancen un nivel idóneo para --

(9) The OECD Observer, Mayo 1981

(10) Energéticos, Abril 1981.

alentar el desarrollo de fuentes alternas y sustituir -- progresivamente el petróleo en la generación de electricidad desalentando la construcción de nuevas plantas termoeléctricas a base de petróleo y estimulando la conversión de las capacidades existentes a base de petróleo hacia otros combustibles más abundantes como el carbón (11). En resumen se puede deducir que el consumo de carbón para la generación de electricidad en los países industrializados adquirirá en el futuro diversas tonalidades que dependerán del grado de éxito o fracaso de las políticas que cada país instrumente en cuanto a conservación y uso eficiente de la energía, así como del grado de flexibilidad existente para llevar a cabo una diversificación de fuentes primarias de energía y de adaptabilidad en la -- conversión hacia el carbón.

No obstante lo anterior, es posible hacer un pronóstico global para estos países que si bien representan sólo -- una cuarta parte de la población mundial, por otra parte consumen más de dos tercios de la energía y cuentan con casi el 80% del producto mundial bruto. Adicionalmente estos países desarrollan la tecnología para la utilización de la energía. En consecuencia, el camino que tomen estas naciones con respecto a la energía, será en -- cierta medida el derrotero que siga el resto del mundo, -- por lo menos en vías de desarrollo con economía de mercado.

Así pues se pronostica que para Estados Unidos y Japón -- el carbón presente un aumento firme en cuanto a cantidad

(11) The OECD Observer, Noviembre 1977.

consumida y en relación a otros combustibles utilizados por plantas generadoras de energía eléctrica. Para - - otros países como Canadá, Australia, Nueva Zelanda, el consumo de carbón para generar electricidad sólo fluctuará ligeramente, ya que el papel relativo del carbón para la producción eléctrica ya está en niveles altos - (entre el 70 y el 90%) (12).

Para los países de la Comunidad Económica Europea, se prevé que las cantidades utilizadas de carbón en las -- termoeléctricas se mantengan en los niveles actuales, - pero el papel relativo del carbón, con respecto a otros combustibles fósiles, se espera que aumente.

Para los países en vías de desarrollo, la situación es distinta, aunque los resultados tendrán que ser semejantes: una utilización más eficiente de la energía y la - gradual sustitución de los hidrocarburos por otras fuentes primarias de energía.

Por otra parte, los altos precios de la energía no parecen haber estimulado una mayor eficiencia en su uso en los países en desarrollo. El producto nacional bruto - por barril sólo presentó una ligera mejoría en los cuatro países importadores de petróleo de ingreso alto (Argentina, Brasil, Corea del Sur y Taiwan) y en los exportadores fuera de la OPEP.

Por lo que toca a la sustitución de los hidrocarburos - como energéticos primarios, su implementación resulta - de gran relevancia para los países importadores de petróleo, pues al reducir su dependencia de ese energético, podrían ver liberados montos considerables de divi-

(12) World Development Report, 1980, World Bank

sas o la consolidación de su desarrollo industrial. A su vez, los países exportadores de petróleo al reducir el consumo doméstico estarían en posibilidades de aprovechar más eficientemente la ventaja comparativa que significa el recurso, al exportar mayores volúmenes que traducidos en divisas permitan solventar el costo del desarrollo económico y, por otra parte, dirigir cantidades cada vez mayores del recurso hacia la refinación, la petroquímica básica y la secundaria. En cuanto a la generación de electricidad en estos países, debe planificarse para utilizar el combustible en forma eficiente, y las fuentes de energía distintas al petróleo en los casos apropiados. Es evidente que resulta más económico utilizar calderas de carbón más que de petróleo dada la ventaja del primero en función del diferencial de precios. No obstante, la determinación del grado de conversión del petróleo por carbón, requiere de un profundo análisis técnico del sistema de energía, además de consideraciones sobre espacio para manipulación y almacenamiento de carbón, servicios para su transporte y disponibilidad para aceptar los problemas ambientales que plantea el carbón.

En este contexto, México participará en las tendencias mundiales de sustitución de hidrocarburos como fuente primaria de energía y de conservación y uso eficiente de los energéticos, en función de su carácter de exportador de hidrocarburos con una planta industrial firme y amplias posibilidades de desarrollo. En efecto, la relativa abundancia de recursos petrolíferos en nuestro país nos coloca ante la disyuntiva de exportarlos y consumirlos internamente sin medida y no según lo determina la demanda mundial, o bien, lograr niveles de produc

ción de hidrocarburos que permitan satisfacer la demanda interna y limitar los excedentes exportables a la capacidad de absorción de divisas por parte de la economía.

Sobra decir que esta segunda opción es la que se ha elegido en México. Sin embargo, ello implica no sólo la satisfacción de las necesidades nacionales de energía y tener excedentes exportables, sino también racionalizar su producción y hacer eficiente su uso y diversificar las fuentes de energía.

Lo anterior pone de relieve la importancia relativa que cobrarán en el futuro próximo fuentes primaria de energía como la hidroelectricidad, la geotermia, la energía nuclear y el carbón. De entre ellas sobresale el carbón por las ventajas técnico-económicas de su utilización.

3.3 CONTAMINACION AMBIENTAL

Aun cuando los problemas de contaminación se derivan en parte por la explotación de minas a cielo abierto, éstos no son tan importantes como los que se tienen por la generación de polvos, cenizas y gases originados por la materia inerte que contienen los carbones. El estado actual de la tecnología aplicada a la explotación, permite realizar esta actividad productiva con gran margen de seguridad ambiental.

Se estima que la explotación del carbón, para la producción de energía eléctrica, no generará serios impactos ecológicos y ambientales, excepto las correspondientes emisiones de polvos en las zonas de tajos, hundimientos por las minas subterráneas y algunas afectaciones al suelo, la vegetación y la fauna.

Si bien es cierto que la producción de cenizas principalmente las llamadas volantes son dañinas, justo es reconocer que la tecnología actual permite su captación, lo cual disminuye los riesgos pero también aumenta los costos de generación vía inversiones de equipo y maquinaria para su preparación previa y para la eliminación de ellas.

Las investigaciones realizadas en México y en el mundo han mostrado que dichas cenizas pueden y deben industrializarse, pues su generación y captación definen disponibilidad de materia prima útil para la construcción, para la industria química (alúmina por ejemplo), para fertilizantes, etc., lo que a su vez ofrece áreas atractivas para la inversión en industrias anexas al sector carbonífero de alta significación socio-económica. Gracias al avance de la técnica, estas cenizas lejos de de

teriorar el ambiente, constituirán un ingreso adicional, como mencionamos ya; sin embargo, y ante tales perspectivas favorables, es necesario definir hasta que punto debe limitarse la producción de cenizas volantes, a fin de no saturar un mercado que es interesante, con el fin de evitar inversiones inútiles que se reflejarían en el costo de generación.

El impacto ambiental producido por el sistema minado, - así como la influencia producida por las centrales termoeléctricas, deberán influir para la decisión de selección de sitios favorables, por lo que las investigaciones de contaminación ambiental deberán ser contempladas y realizadas desde la etapa de exploración, contando -- con los laboratorios necesarios para efectuar dichos estudios, requiriendo los apoyos financieros para la contratación de personal altamente calificado.

3.4 RECURSOS ACUIFEROS

El agua podría ser un limitante de los programas de generación de energía eléctrica a base de carbón, lo que implicaría diversificar los sitios para instalaciones de unidades térmicas; éste indudablemente influirá en el transporte de carbón y una gran cantidad de material inerte, si no se toma la decisión de lavarlo, lo cual a su vez demandará una cantidad considerable de agua que es necesario evaluar en su verdadera magnitud.

Es necesario indicar que a pesar de que la problemática que se plantea parece estar dentro de una atmósfera de pesimismo en algunos casos, lo cierto es que la experiencia nos hace vislumbrar el realismo en que se desarrollará la expansión de la industria del carbón, si no

se toman medidas anticipadas, no en forma unilateral si no conjuntando esfuerzos sectoriales ya que de no ser así, nuestros recursos carboníferos de aparente cali - dad no competitiva con los de otros países, se volverían obsoletos a la entrada ya próxima de otras fuentes cuyo desarrollo futuro no puede ni debe posponerse.

La importancia de efectuar estudios geohidrológicos si - multáneos a las etapas de exploración, radica en la ne - cesidad de evaluar oportunamente la potencialidad del agua disponible en los sitios de construcción de plan - tas, áreas de minado, implicación de los acuíferos y -- drenaje natural en los sistemas de minado, suministro de agua a plantas lavadoras de carboductos.

Con objeto de no afectar el volumen de agua que actualmente y a futuro consumirá la industria, la agricultura y los asentamientos humanos, es necesario que se profun - dice el conocimiento en la capacidad de las cuencas hi - drológicas en el país, conjuntando la información geo - hidrológica que generan los diversos organismos que rea - lizan estudios en el territorio nacional.

3.5 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA Y SU IMPORTANCIA - EN EL DESARROLLO CAPITALISTA

En el contexto de la política nacional en cuanto a ener - géticos, la energía eléctrica presenta una postura de - suma importancia en la satisfacción de los requerimien - tos futuros de la economía. Esta fuente deberá tener - un crecimiento mayor que el PIB para poder cumplir con la demanda de electricidad en el país. En el período - 1970-1979 la tasa media anual de crecimiento fue del -- 9.6% mientras que el PIB creció a un promedio del 5.2%.

El crecimiento esperado para el sector eléctrico en -- la próxima década será de 12.3% en tanto que el del -- PIB se supone crecerá a un 8% medio anual.

En 1970 la demanda de energía eléctrica contribuyó al total de la demanda de energía secundaria con el 6.2% del total. Para 1979 esta contribución llegó hasta el 7.3%. En 1980 tuvo un aumento mayor a 9.1% y se estima alcanzar el 14.3% en 1990. Esto en TWH representa 57 TWH en 1980 y 180 TWH en 1990.

Al inicio del período en estudio (1970), la demanda de electricidad era satisfecha principalmente por plantas de generación hidráulica (el 57% del total) y el resto de la participación con plantas térmicas y carboníferas. En 1979 debido a una mayor disponibilidad de hidrocarburos, la demanda nacional de energía eléctrica era principalmente suministrada por las plantas térmicas (67.5% del total) siguiendo en orden decreciente - las plantas hidráulicas y geotérmicas.

En 1990 se estima que esta demanda estará cubierta con la generación de plantas térmicas en un 65.3%, hidráulicas 17.7%, carboníferas 9.7%, nucleares 4.4% y geotérmicas 2.9%. La distribución de la demanda de energía eléctrica en 1970 en cuanto a los sectores, se presentó de la siguiente manera: a los sectores industrial y comercial les correspondió el 53.6% del consumo, al doméstico el 17.9%, al sector agrícola el 5.2% y a - otros servicios (alumbrado público, bombeo de aguas, - etc.) el 6.5%. Para 1979 la distribución casi no sufre alteración; los sectores comercial e industrial consumieron - el 57.2%, el doméstico el 15.9%, el agrícola 5.7% y otros -

servicios el 5,9%. Así también se espera que para esta década esta distribución no sufra alteraciones de importancia.

Cabe señalar que la demanda de energía eléctrica en el próximo decenio será, según estimaciones oficiales, la que mayor crecimiento tenga en relación a las otras fuentes de energía secundaria, ya que crecerá al 12,3% mientras que los hidrocarburos se espera que lo hagan al 6,5% y el coque metalúrgico al 9,4%.

En nuestro país, la generación de electricidad está a cargo en su gran mayoría del sector público y ha sido asignada a la Comisión Federal de Electricidad, empresa descentralizada coordinada por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN). Una pequeña parte de la generación está dada por el sector privado y mixto con plantas propias de algunas empresas consumidoras para sus procesos productivos, además de las plantas que mantienen para casos de emergencia. La CFE producía en 1970 el 88,4% del total de generación del país, el sector privado se ocupaba del 11,6% restante. Para 1979 la participación de la CFE se incrementó hasta el 93,5% dejando el resto a la generación privada y mixta. La CFE obtuvo un crecimiento del 9,3% en su producción entre 1970 y 1979 y el sector privado y mixto sólo alcanzó el 1%.

México es indudablemente un país rico en reservas energéticas, ya que se cuenta con petróleo, gas, carbón, uranio, potencial hidráulico y geotérmico, lo que significa una gran diversidad de maneras de producir electricidad; pero el país ha afrontado una gran dependencia sobre los hidrocarburos en la satisfacción de energía -

eléctrica, como consecuencia lógica de la gran disponibilidad de éstos.

Hasta el momento podemos notar que para cualquiera de los sectores de la actividad económica el sector petrolero resulta clave en cuanto a su desarrollo. El sector eléctrico debe ser uno de los que propicien el uso de plantas térmicas para tener seguro el abasto de insumos y a su vez asegurar la generación tan necesaria para el país.

En cuanto al uso del carbón en el sector, se ha visto un crecimiento bastante lento, y esto se debe a que en el país no se conoce la tecnología utilizada para este insumo.

La planta de Nava, en Coahuila, funcionó hasta 1978 y propició el desarrollo de plantas mayores como la de Río Escondido, en el mismo Estado. El poner en marcha un proyecto de esta magnitud se derivó de un análisis muy a fondo respecto a las reservas de carbón no coqueable. En 1978 se calculó que estas reservas ascendían a 875 millones de toneladas de carbón económicamente explotables, de los cuales 300 millones correspondían a la cuenca de Río Escondido. Para 1979 las exploraciones dieron un incremento a las reservas de la zona, siendo éstas de 600 millones de toneladas.

Este hecho abre a México la interesante perspectiva de utilizar este recurso para la generación de energía eléctrica, pero se enfrenta al problema de la falta de tecnología nacional para desarrollar este tipo de plantas, por lo cual la importación y la dependencia en este aspecto son el principal obstáculo para lograr el aprovechamiento de este recurso.

En cuanto al proceso técnico de generación de energía eléctrica de una planta termoeléctrica que consume carbón, sería a grandes rasgos el siguiente:

La unidad se compone principalmente de una caldera, una turbina y un generador interconectado entre sí, de tal manera que se presentan las siguientes transformaciones de energía:

- 1) La energía calorífica del carbón consumido en la caldera genera la temperatura necesaria para obtener vapor.
- 2) La presión del vapor moverá la turbina, cerrando el ciclo de transformación de energía calorífica en energía mecánica.
- 3) El movimiento de la turbina será transformado en energía eléctrica por el generador enviándose a una subestación que elevará el voltaje para distribuirla posteriormente.

El poder calorífico del carbón como combustible es su característica más importante, se mide en unidades térmicas por cada unidad de peso de carbón y se traduce en la energía térmica necesaria para la generación de electricidad. Este poder depende de la proporción porcentual de los elementos que componen el carbón, ya que éstos determinan el aumento o disminución de este poder. Los porcentajes se refieren tanto al componente no combustible formado por la cantidad de humedad, cenizas y demás impurezas, como a la parte combustible constituida por materia orgánica. El comportamiento de cada componente durante la combustión es el siguiente: el carbono, hidrógeno y oxígeno que se presentan como compuestos orgánicos liberan calor al igual que el azufre, sin

embargo, éste forma ácidos muy corrosivos que afectan el funcionamiento de la caldera; la humedad y cenizas absorben parte del calor liberado restando potencia calorífica por cada unidad de peso. De esta manera un mayor porcentaje del componente no combustible provocará que el poder calorífico del carbón disminuya por cada unidad de peso, mientras que un alto contenido de carbono incidirá en el aumento de dicho poder calorífico. Estos componentes influyen en forma directamente proporcional sobre la calidad del carbón, la que a su vez, provocará cambios en la cantidad que se demande.

Es conveniente analizar en forma breve cual ha sido la participación de la electricidad en nuestro país en la conformación y desarrollo del capitalismo.

Es a mediados del SigloXIX cuando la energía eléctrica se introduce en forma masiva al proceso productivo y comienza la generación con fines comerciales.

En 1878 se instalan por primera vez en Inglaterra y Francia equipos eléctricos para la producción industrial desplazando rápidamente las antiguas fuentes de mantenimiento que dominaban los grandes centros de producción.

Después de generalizarse en los países industrializados, en 1879 se introduce en México, expandiéndose rápidamente por las grandes facilidades proporcionadas en el Gobierno de Porfirio Díaz, y se utiliza inmediatamente para fines productivos. El Lic. Rufino Ortega Mata, nos dice al respecto: "corresponde a México con el Brasil, el honor de ser los primeros países de América que contaron en 1879 con lugares alumbrados con luz eléctrica"(13). La utilización de la electricidad en los procesos indus-

(13) Ortega Mata Rufino. Problemas económicos de la industria eléctrica; un servicio social en México. México, Escuela Nacional de Economía, UNAM, 1939. Tesis. p.65.

triales se acelera y desplaza rápidamente a la antigua-maquinaria de vapor, sobre todo en las fábricas textiles y en la explotación minera. La electricidad viene a estimular la mecanización y la producción acelerada.

Por esto, entre 1902 y 1906 se establecieron las grandes compañías eléctricas de capital inglés, canadiense y norteamericano, siendo la más destacada la empresa --privada Mexican Light and Power Co. Limited, como resultado del firme aumento en la demanda de energía.

Al principio la producción de energía eléctrica era generada por pequeñas plantas que vendían su excedente a otras empresas, pero a partir de 1890 se gesta un firme aumento en la demanda de energía proveniente en gran --parte de fábricas y talleres que no se encontraban posibilitados para producir económicamente su propia energía o sólo podrían hacerlo en escala muy limitada. Es en este período cuando los pequeños productores de energía desaparecen del mercado y dan paso a lo que posteriormente vendrían a constituirse en grandes empresas --monopólicas, poseídas y administradas por extranjeros.

La aplicación de la electricidad en la industria minera significó un enorme adelanto, aplicada principalmente --al problema tan grave que significaban las inundaciones, por lo cual se utilizaron con magnífico éxito las turbinas hidroeléctricas para el desagüe.

La demanda industrial de electricidad se va intensificando rápidamente debido a: la aparición de nuevas fábricas, la ampliación de las ya existentes, utilización de la electricidad en nuevos procesos industriales y la sustitución de otras fuentes de energía por electricidad. Datos históricos muestran que la utilización de --

la electricidad en la industria, la agricultura, el --- transporte, los hogares, el servicio público y el comercio, generalizan y conforma una de las bases fundamentales para el crecimiento económico y el fortalecimiento industrial.

Con todas las facilidades proporcionadas por el Estado, el fortalecimiento industrial es acelerado a partir de 1930 y se consolida en los años posteriores. El desarrollo de industrias como la del acero, cemento, petróleo, transporte, vidriera, hulera, etc. toma gran impulso gracias a la utilización de energía eléctrica.

Esta situación presiona fuertemente la demanda de energía eléctrica y el sector industrial se perfila como el principal consumidor de electricidad.

Es importante resaltar el impulso que da la utilización de energía eléctrica a la ampliación del mercado interno y de la diversificación de los productos que vienen a acelerar el proceso de acumulación de capital. Entre tales productos que muestran esta tendencia se pueden mencionar los refrigeradores, calentadores domésticos, estufas, lavadoras, planchas, interruptores, cuchillos, motores, transformadores y muchos otros productos.

El problema del abastecimiento de la demanda, los altos precios de monopolio, la falta de inversión, la presión popular por la reducción de las tarifas, el apoyo de -- los trabajadores electricistas a la nacionalización, -- etc., obligan al Estado el 27 de Septiembre de 1960 a decretar la nacionalización del sector eléctrico.

La nacionalización de este sector se dió porque se presentaba ya, como un obstáculo al desarrollo del capital, en la medida en que buscaba una tasa de ganancia muy su

perior a la del promedio capitalista y por no satisfacer la demanda industrial y popular que cada vez era -- más fuerte. Con esta medida el Estado por medio de la Comisión Federal de Electricidad, pasa a controlar la -- mayor parte de la capacidad total instalada.

Con la indudable importancia que representa para el capital en conjunto, el crecimiento acelerado del sector-eléctrico, pugna por satisfacer esta demanda en continua expansión. Como se sabe hay diversas posibilidades energéticas para producir la energía eléctrica. La opción carbonífera, que es el tema de este trabajo, es -- una de las fuentes que se desaprovechan para la producción de electricidad. En el siguiente capítulo se analiza la importancia económica de este recurso en el sector eléctrico.

3.6 INVERSIONES EN EL SECTOR ELECTRICO

Las inversiones de 1970-1979 que fueron de 147 214 millones de pesos, permitieron avances significativos en el suministro de energía eléctrica, factor indispensable para el desarrollo económico y social del país, alcancanzó un porcentaje de 13,4% del total en el período de estudio (Cuadro III-3).

En términos generales este porcentaje significa un desarrollo y mejoramiento de este servicio apreciado por el aumento en la capacidad instalada al pasar de 6 millones de Kilowatts en 1970 a 11.9 millones de Kilowatts -- en 1979, además de la interconexión del sistema eléctrico y el desarrollo de la electrificación rural.

La distribución que brinda este servicio se canaliza: -

al sector industrial el 40.8%, al comercio el 15.1%, a la agricultura el 5.4%, consumidores domésticos el -- 21.3% y a otros usos el 16.4%, en el año de 1970. Ac - tualmente no se ha alterado la distribución.

La Comisión Federal de Electricidad, como se anotó en - el capítulo anterior, es la que invierte en mayor pro - porción (97.5%), en 1978, y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro obra en menor porcentaje (3.7%) (Cuadro III-4).

CUADRO III-3

INVERSION PUBLICA FEDERAL REALIZADA POR OBJETO
DEL GASTO (1970-1979)

SECTORES Y RAMAS	MILLONES DE PESOS	%
TOTAL	1 095 458	100.0
I. INDUSTRIAL	472 687	43.1
Petróleo y Petroquímica	241 951	22.1
Electricidad	147 214	13.4
Otras inversiones (1)	83 558	7.6
II. BIENESTAR SOCIAL	204,060	18.6
Educación	42 552	3.9
Salud y Seguridad Social	42 589	3.9
Obras Urbanas y Rurales (2)	115 693	10.6
Otras Inversiones	3 226	0.2
III. TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	192 034	17.5
Carreteras	64 890	5.9
Ferrocarriles	31 787	2.9
Otras inversiones (3)	95 357	8.7
IV. FOMENTO AGROPECUARIO Y DESARROLLO RURAL	199 826	18.1
Agricultura y Forestal	160 506	14.1
Pesca	8 467	0.7
Pider	21 601	1.9
Otras inversiones (4)	9.252	0.8
V. TURISMO	7 067	0.5
VI. ADMINISTRACION Y DEFENSA	24 165	2.1
VII. COMERCIO (5)	2 686	0.1

FUENTE: Secretaría de Programación y Presupuesto.

- NOTAS: (1) Incluye Siderurgia y otras inversiones
 (2) Incluye Asentamientos Humanos, D.D.F. y COPLAMAR
 (3) Se refiere a marítimas, aéreas, telecomunicaciones y otras
 (4) Incluye ganadería y otras inversiones
 (5) Antes de 1979 las inversiones en este sector están incluidas en su mayoría en Fomento Agropecuario y Desarrollo Rural.

CUADRO III-4
 INVERSION PUBLICA REALIZADA POR LAS DOS --
 EMPRESAS QUE CONTROLAN EL SECTOR ELECTRICO
 (1975-1979)

AÑOS	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
1975	10 281.8	1 812.2
1976	12 883.7	2 538.0
1977	15 863.1	3 832.9
1978	26 900.0	3 820.9
1979	39 167.0	4 384.2

FUENTE: Secretaría de Programación y Presupuesto. Dirección de In-
 versiones Públicas.

CAPITULO IV

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CARBON EN LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

4.1 IMPORTANCIA DE LOS COMBUSTIBLES FOSILES Y MINERALES A NIVEL MUNDIAL

Una división de los combustibles fósiles y minerales a nivel mundial, sitúa como los más importantes que comprenden aproximadamente el 66% del total, al petróleo -- con el 50%; la otra mitad al carbón y al gas. Del 34% restante del total, el 22% corresponde a los no metálicos y el 12% a los metálicos.

Sobre el particular, el Ing. Francisco Espinosa Velasco nos dice: "El carbón se encuentra clasificado en tercer lugar de "LOS GRANDES NUEVE", los cuales representan a nivel mundial más del 90% del valor total de los combustibles fósiles y minerales sujetos a comercialización.- "Los Grandes Nueve" son los siguientes:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1. Petróleo | 6. Rocas de construcción |
| 2. Gas | 7. Fierro |
| 3. Carbón | 8. Cobre |
| 4. Arena, grava | 9. Oro |
| 5. Cemento | |

El carbón actualmente a nivel mundial representa el 25% de la energía mundial consumida y podría jugar un importante papel en la generación de energía eléctrica en -- los próximos años, debido a que las reservas mundiales de -- carbón superan casi diez veces las reservas de petróleo aunado al incremento en precio de este último.

Con esta cantidad de reservas de carbón se pueden satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad como mínimo durante 300 años más" (14).

A nivel mundial el carbón está teniendo gran impacto en la generación de electricidad para lo cual se están -- construyendo plantas generadoras en todo el mundo, por ejemplo en Estados Unidos, según reporta la Comisión Federal reguladora de energía, está planeado poner en servicio 245 nuevas plantas termoeléctricas, las cuales de -- berán estar funcionando para 1988. Estas unidades re -- querirán 396.2 millones de toneladas de carbón por año -- para una capacidad de generación de 127 568 MW.

A. SITUACION NACIONAL

El uso de carbón como energético para generar energía -- eléctrica se remonta al año 1917.

En México comenzó a utilizarse en el año de 1932, cuando inició sus operaciones la Planta Termoeléctrica -- Franke, en Gómez Palacio, Dgo., utilizando como combustible exclusivamente carbón mineral. En 1937 consumía al -- rededor de 500 tons/día de carbón. Posteriormente, debido a la mayor facilidad del manejo de combustibles lí -- quidos, el carbón comenzó a ser sustituido por éstos, -- por lo que en 1956 producía el 60% de energía con base -- en carbón y el resto en hidrocarburos.

En 1966 contemplando evaluar la posibilidad de una uti -- lización a mayor escala del carbón en la generación de -- energía eléctrica, se puso en operación la planta pilo -- to de Nava, Coahuila, con una capacidad instalada de -- 38 000 KW, dando buenos resultados, por lo que la Comi -- sión Federal de Electricidad empezó actualmente a ope --

(14) Espinosa Velasco Francisco. "El Carbón como generador de Elec -- tricidad". Reunión Popular para la Planeación, Energéticos y -- Desarrollo Nacional, Mayo 1982.

rar la planta termoeléctrica "José López Portillo", la cual se calcula que tendrá una capacidad instalada de 1200 MW a fines de este año. Esta planta está contemplada dentro del "Plan Carboeléctrico Nacional" elaborado por técnicos de la Comisión Federal de Electricidad, el cual tiene planeada la construcción de 5 plantas carboeléctricas con una capacidad instalada al año 2000 de 6 800 MW.

En México, de acuerdo al programa de energía, se tienen las demandas de 1980 y las proyecciones del año -- 2000, de la producción de electricidad por diferentes fuentes, como se indica en el Cuadro IV-1.

Como podemos observar en las cifras anteriores, la importancia del carbón como generador de energía eléctrica duplica su participación en el balance energético nacional; no sucede lo mismo con otras fuentes como -- son el petróleo, gas e hidroelectricidad. Otras fuentes alternas son la geotermia y la nuclear. La primera aumentará su participación al año 2000, aunque de manera moderada y, la segunda, aunque tiene un aumento considerable, tal vez disminuya por los serios problemas que ha tenido la puesta en marcha de la planta nucleoelectrica Laguna Verde.

CUADRO IV-1
DEMANDA DE ENERGIA

FUENTE	1980	2000
PETROLEO	61%	58.2%
GAS	29%	26.9%
HIDROELECTRICIDAD	5%	4.7%
CARBON	4%	8.5%
GEOTERMIA	0.3%	0.4%
NUCLEAR	-	-
IMPORTACIONES	0.7%	0.2%
EXPORTACIONES	-	0.2%
TOTAL	100.0%	100.0%

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

4.2 EL MERCADO EXTERNO DEL CARBON

La limitación que plantea la escasez de hidrocarburos a nivel mundial, ha permitido que el carbón vuelva a tomar la importancia que tuvo en los inicios del desarrollo industrial, tomando relevancia con gran rapidez como es el caso de Dinamarca, país que en 1973 producía el 80% de su energía eléctrica con hidrocarburos y sólo el 20% con carbón, en cambio para 1981, generó el 80% de su electricidad con carbón (15).

El mercado externo del carbón se caracteriza por la existencia de tres grupos diferentes de países:

(15) El Carbón, puente energético para el año 2000, Revista Expansión (Febrero-4, 1981).

- 1) Los que no cuentan con recursos propios y poseen - - gran consumo (caso específico de Japón) que los convierte en fuertes importadores.
- 2) Aquellos que disponen de grandes reservas y cuya producción es superior al consumo (Australia, Sudáfrica) que explica su alto volumen de exportaciones.
- 3) Países con recursos y producción suficientes (Estados Unidos, Unión Soviética, Canadá), donde la localización de sus centros de consumo los hace exportadores e importadores a la vez.

Durante el período 1973-1976 la producción mundial del carbón se incrementó a una tasa promedio anual de 3.8%, lo que significa haber triplicado el ritmo de 1.1% registrado de 1960-1973(16).

De la producción total obtenida en 1976, sólo el 8% (alrededor de 190 millones de toneladas) se movilizó en el mercado internacional, lo que representa una disminución de 2.1% respecto al año anterior (194 millones de toneladas) (17). De este volumen el comercio de ultramar fue de alrededor de 100 millones de toneladas, que en términos de valor calorífico representa únicamente el 5% del comercio mundial ultramarino de petróleo.

En ese mismo año (1976) los principales países exportadores (Polonia, Estados Unidos Americanos, Australia, - Africa del Sur, China, Rusia y Canadá) proporcionaron el 97.6% de todos los intercambios, mientras que los principales importadores (Japón, República Federal - Alemana, Dinamarca, Italia, Holanda y Suecia) absorbieron el 96.7% del total, de los que Japón importó el 50%. En

(16) Energéticos, año 3, No. 10 Octubre 1979.

(17) Energéticos, año 1, No. 3 Noviembre, 1977

el cuadro IV-2 se aprecia que este país mantiene su lugar como el principal consumidor de carbón importado en el mundo; en cambio Estados Unidos, principal oferente mundial, destina sólo el 7.8% de su producción al mercado internacional; Australia por el contrario, cuya producción representa el 12% de la producción norteamericana, exporta el 46% de su producción total.

En general el descenso en el volumen de carbón intercambiado en el mundo, es efecto de un incremento en el consumo doméstico, el que en su estructura porcentual ha mostrado reducciones en todos los sectores, excepto en la generación de electricidad. Reflejo de esto es que Estados Unidos redujo sus exportaciones en un 25% de -- 1977 a 1978. Al mismo tiempo, el carbón utilizado en la generación de electricidad se ha incrementado; en -- Estados Unidos, el 75% del total consumido se destinó a dicho uso; el 57% en Europa Occidental; el 18% en Japón y el 36% en los demás países no socialistas. Se estima que para el año 2000, el 60% del carbón mundial que se quemará será para proporcionar electricidad.

Según el estudio Future Coal Prospects, la producción de carbón deberá incrementarse de 2.5 a 3 veces sobre lo registrado en 1977 (2450 millones de toneladas métricas) para poder proporcionar la mitad del volumen de las necesidades energéticas mundiales.

Por su parte, el estudio mundial sobre el carbón, formulado en 1980 por 16 países, arrojó la conclusión de que "El carbón mineral no coquizable es ahora "EL PUENTE" a disposición de la humanidad para sortear la actual crisis energética y satisfacer una alta proporción de sus necesidades en este renglón en tanto se vuelven viables

otras fuentes utilizables a largo plazo, entre ellas - la energía solar, para lo cual deberá construirse la - infraestructura mundial que permita la operación cuando ésta sea estrictamente necesaria"(18).

CUADRO IV-2

OFERTA Y DEMANDA DE CARBÓN* EN 1977 SEGUN
PAISES SELECCIONADOS (Millones de Tones
métricas)

PAIS	PRODUCCION	IMPORTACION %	EXPORTACION %	CONSUMO INTERNO
Estados Unidos	630.3	1.5	7.8	615.9
U.R.S.S.	722.0	9.4**	26.9**	542
Polonia	186.0	1.1	39.2	147.9
Inglaterra	122.1	2.4	1.9	126.0
Sudáfrica	85.4	-	12.7	72.3
Rep.Fed.Alemana	84.5	6.4	14.3	79.9
Australia	76.8	-	46.0	32.2
Canadá	28.7	15.3	12.1	30.9
Japón	8.5	50	-	62.7
Italia	-	12.1	-	12.1

* Incluye carbón bituminoso, lignito y antracita

** Corresponde a 1976.

FUENTE: International Coal, 1978

A) PRECIOS INTERNACIONALES

La variación en el precio del carbón en el mercado internacional, está en función de diversas consideraciones --

(18) El carbón: Puente energético para el año 2000. Revista Expansión 4, febrero, 1981.

técnico económicas: abundancia, escasez, calidad, distancia de las fuentes de suministro, etc. Por lo que no - - existe una cotización fija del precio del carbón coquizable ni del térmico, sino que se realiza a través de - -- acuerdos bilaterales en los contratos de compra-venta.

El incremento de la producción de este mineral a partir de 1973, fue consecuencia de la crisis del petróleo, lo que incrementó su demanda que trajo como resultado el alza en los precios de venta.

En los Estados Unidos, el desequilibrio mundial de energéticos, debido al incremento sustancial en el precio de los hidrocarburos (el combustible elevó su precio en 95% de 1973 a 1974), provocó que el precio del carbón se incrementara en 52% en el mismo período (de \$297.00 a - - \$547.00 M. N.) ante la mayor demanda en el mercado de -- energía. Asimismo, el precio promedio de exportación de los principales países productores de carbón mineral se incrementó en más del 90% (Cuadro IV-3). Este fuerte incremento del precio atrajo al mercado a países que hasta ese momento habían tenido poca participación en el comercio mundial (Australia, Sudáfrica, Canadá). Tal situación refleja el particular comportamiento del mercado mundial de energía que, ante reducciones en la oferta de hidrocarburos, genera incrementos en la demanda de energéticos alternos y, por consiguiente, sus precios.

Referente a los precios de importación, éstos varían respecto a los de exportación, ya que los primeros se incrementan por el costo del transporte y el seguro correspondiente. En 1977, la variación de los precios del carbón bituminoso fue del orden de \$300.00 pesos, considerando precios FOB en el país vendedor y precios CIF en el país

comprador. Japón por ejemplo, compró carbón en ese año a Estados Unidos a un precio CIF de \$1 866.72, mientras que éste lo vendió a un precio FOB de \$1.428.29 (19).

Nuestro país ha tenido que recurrir a las importaciones de carbón mineral, para satisfacer sus requerimientos internos. Es así que para 1977 se importó de Estados Unidos y Canadá a precios FOB de \$ 1.125.58 y \$1.647.67 por tonelada, respectivamente.

Debido a que continuamente los precios de los hidrocarburos se incrementan, el carbón puede contribuir sustan -- cialmente a los futuros suministros de energía, reduciendo así, el riesgo de una posible brecha entre oferta y demanda de energéticos.

CUADRO IV-3

VARIACION DE LOS PRECIOS UNITARIOS DE CARBON BITUMINOSO
EN EL MERCADO INTERNACIONAL POR PAISES SELECCIONADOS --
(1973-1974)
(Pesos por Tonelada Métrica)

PAIS	1973		1974		1974/1973(%)	
	EXP. FOB(1)	IMP CIF(2)	EXP. FOB(1)	IMP. CIF(2)	EXP.	IMP.
Estados Unidos	480.70	320.80	1 023.96	703.67	113.00	119.3
Australia	193.19	-	383.33	-	98.4	-
Inglaterra	304.74	688.58(4)	607.20	1 123.63(4)	99.9	63.2
Canadá	341.25	250.99	528.86	552.18	55.0	120.0
Japón	-	569.65(3)	-	1 048.29(3)		84.0
PROMEDIO MUNDIAL					92.7	87.3

(1) Valor FOB=Libre a bordo, en el lugar de exportación

(2) Valor CIF=Costo, seguro y flete, en aduana del país importador

(3) Coal Marketing Day

(4) Proveniente de Estados Unidos

FUENTE: International Coal, 1978

(19)International Coal, 1978.

4.3 EL MERCADO INTERNO DEL CARBON

La explotación del carbón destinado a la generación de energía eléctrica, se realiza a través de MICARE (Minera Carbonífera Río Escondido, S.A.), empresa que fue -- creada específicamente para suministrar carbón no coqui- zable a las plantas termoeléctricas que así lo requie- ran de acuerdo a lo establecido en el Plan de Expansión del Sector Eléctrico. Constituyen dicha sociedad ins- tituciones con experiencia en la exploración y explota- ción del carbón: Comisión Federal de Electricidad, Al- fos Hornos de México, S. A., Comisión de Fomento Minero, Industrial Minera México, S.A. y Nacional Financiera, - S. A.

En el Plan de Expansión del Sector Eléctrico se preve - que la demanda de electricidad del sistema interconecta- do Norte y Noreste, que comprende a los estados de Coa- huila, Chihuahua, Nuevo León y parte de Zacatecas y Du- rango, crecerá a una tasa media anual de 11%, mayor a - la del promedio nacional que es de 10.1%. La Comisión- Federal de Electricidad propuso diferentes alternativas sobre insumos energéticos para satisfacer esta demanda. De acuerdo con su disponibilidad en la región, los insu- mos que se utilizarían serían: el carbón, el uranio y - los hidrocarburos, en ese orden de prioridad.

De acuerdo a lo expuesto, en relación a la empresa que- explota el carbón, se puede deducir que las condiciones de oferta y demanda a que está sujeta la producción del mismo corresponden al mercado cautivo.

A) DEMANDA DE CARBON PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

En el proceso de generación de electricidad, se observa una interconexión entre caldera, turbina y generador, - lo que da lugar a dos factores que determinan la demanda de carbón: el aprovechamiento de la capacidad instalada y la calidad del carbón. En cuanto al primero, el aprovechamiento de la capacidad instalada de la planta se refleja a través del factor de carga (F.C.) el cual resulta de dividir la producción bruta de energía eléctrica entre la capacidad instalada por el número de - - horas/año; este factor en unidades de energía o de trabajo efectivamente realizado es igual a:

$$F.C. = \frac{\text{KWH Producidos}}{\text{KWH Instalados}}$$

Con este factor se indica la potencia real utilizada en la turbina, lo que influye directamente en la cantidad de vapor producida y proporcionalmente en la cantidad de carbón que se requiere en la planta termoeléctrica, - por lo que a un mayor factor corresponde un mayor consumo de carbón(20).

Respecto a la calidad del carbón, ésta puede variar de acuerdo con la estructura porcentual de los elementos - que lo componen. Los porcentajes se refieren tanto al componente no combustible, formado por la cantidad de - humedad, cenizas y demás impurezas, como a la parte combustible, constituida por materia orgánica. Un mayor - porcentaje del componente no combustible provocará que el poder calorífico del carbón disminuya por cada uni -

(20) Proyecciones Financieras Integradas (MICARE, Mayo de 1981)

dad de peso, mientras que un alto contenido de carbono incidirá en el aumento de dicho poder calorífico. Estas variaciones en la calidad del carbón provocarán a su vez cambios en la cantidad que se demande.

Como ya se mencionó, la demanda de carbón requerida por la Comisión Federal de Electricidad, dependerá del poder calorífico del utilizado y, por otra parte, de las características especiales de cada planta.

De los siete proyectos carboeléctricos, dos se encuentran en la etapa de realización. El primero denominado Carbón I se compone por una planta termoeléctrica, la cual se encuentra ya en la etapa de construcción en Rfo Escondido, Coahuila; compuesta por cuatro unidades que en conjunto tendrán una capacidad instalada de 1.2 millones de Kilovatios, equivalentes a cerca de 10% del total de la capacidad instalada en el país en este momento (21).

Las cuatro unidades que en forma individual tendrán una capacidad instalada de 300 mil kilovatios cada una, han sido programadas para entrar en operación iniciando la producción de energía eléctrica con la primera unidad que fue inaugurada el 10. de diciembre de 1981 hasta completar el total antes de que termine 1984.

El complejo carboeléctrico mencionado se denomina "Rfo-Escondido", abarca la planta y el conjunto de minas, un tajo y dos minas subterráneas, de donde ya se extrae carbón que habrá de alimentarla. Esta planta se localiza a unos 30 Km de la ciudad de Piedras Negras, Coah. dentro del municipio de Nava. Se empezó a construir en 1978 y cada una de sus cuatro calderas pesa 10 000 tone

(21) Proyecciones Financieras Integradas (MICARE, Mayo, 1981)

ladas, actualmente la de mayor capacidad instalada en el país, apenas llega a la mitad. Su chimeneas de concreto reforzado miden 120 m de alto.

Las medidas para preservar el medio ambiente son apegadas a las técnicas más avanzadas ya que se instalan precipitadores electrostáticos que capturarán el 99% de la ceniza volante originada por la combustión, el enfriamiento del agua se realizará por medio de un estanque de agua de 600 hectáreas (22).

El procedimiento utilizado por la Comisión Federal de Electricidad para determinar las necesidades de carbón para la operación de la planta es el siguiente:

Se obtiene de multiplicar entre sí los conceptos que se mencionan, el consumo promedio de carbón.

- 1) Consumo promedio de toneladas de carbón/hora
- 2) Número de horas/año
- 3) Factor de carga promedio anual de la unidad (23)

Para el abasto, MICARE extrae el carbón de la explotación de los yacimientos correspondientes al primer proyecto. Dicha extracción asciende a 118.2 millones de toneladas que abastecerán a la planta de Río Escondido durante sus 33 años de vida útil (Cuadro IV-4).

A la fecha, la C.F.E. ha recibido más de un millón de toneladas de carbón, el cual fue extraído de los túneles de la primera mina. Los yacimientos se explotan por el sistema de minas subterráneas con equipo para corte de frentes largas y mineros continuos, así como el sistema de minas a cielo abierto o tajos; camiones -

(22) El país entra a la era del carbón. Revista Visión. 26 enero, 1981.

(23) Proyecciones Financieras Integradas (MICARE, mayo, 1981)

de 85 toneladas que no se habían usado antes para este efecto en la zona, excavadoras hidráulicas y un cargador frontal.

El segundo de los complejos carboeléctricos proyectados en el Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año - - 2000, tendrá un comportamiento análogo al de la primera planta, teniendo una capacidad instalada de 1.3 millones de kilovatios y una demanda de carbón de 137.9 millones de toneladas. Esta planta contará también con 4 unidades turbogeneradoras, con una capacidad de generación de 350 MW, con un consumo de 2 300 cal/KWH. Por lo que se requerirán 0.55 Kg de carbón para generar un KWT, ya que el poder calorífico del carbón es de 4 400-cal/Kg. Este proyecto según se estima deberá iniciar operaciones en 1985.

CUADRO IV-5
 DEMANDA DE CARBON DE LAS PLANTAS CARBOELECTRICAS
 DE RIO ESCONDIDO
 (Miles de Toneladas)

AÑO	CARBON I	CARBON II	TOTAL
1981	490	-	490
1982	1 650	-	1 650
1983	2 670	-	2 670
1984	3 760	-	3 760
1985	3 490	572	4 062
1986	3 910	1 925	5 835
1987	4 050	3 115	7 165
1988	4 160	4 387	8 547
1989	4 290	4 071	8 361
1990	4 290	4 562	8 852
1991	4 430	4 725	9 155
1992	4 480	4 853	9 333
1993	4 520	5 005	9 525
1994	4 560	5 005	9 565
1995	4 560	5 168	9 728
1996	4 130	5 227	9 357
1997	4 000	5 273	9 273
1998	3 880	5 320	9 200
1999	3 750	5 320	9 070
2000	3 750	4 818	8 568
2001	3 750	4 667	8 417
2002	3 750	4 527	8 277
2003	3 750	4 375	8 125
2004	3 750	4 375	8 125
2005	3 750	4 375	8 125
2006	3 750	4 375	8 125
2007	3 750	4 375	8 125
2008	3 750	4 375	8 125
2009	3 750	4 375	8 125
2010	3 480	4 375	7 855
2011	3 250	4 375	7 625
2012	2 000	4 375	6 375
2013	900	4 375	5 275
2014	-	4 060	4 060
2015	-	3 792	3 792
2016	-	2 333	2 333
2017	-	1 050	1 050

FUENTE: Minera Carbonifera Rfo Escondido, S. A.

4.4. ANALISIS COMPARATIVO DE PRECIOS DEL CARBON, COMBUSTOLEO, DIESEL Y GAS

Al considerar el uso alterno de otras fuentes de energía primaria que limiten la dependencia de los hidrocarburos, para el logro del desarrollo económico del país, la política económica actual, en cuanto a los energéticos se refiere, ha trazado una estrategia donde el carbón es una alternativa viable para la generación de electricidad.

La viabilidad del uso de este mineral en el sector eléctrico, se puede mostrar mediante un análisis comparativo de precios entre éste y otros insumos para la generación de energía en este sector.

El análisis se efectúa a partir de los distintos poderes caloríficos de cada combustible, para lograr un indicador sobre el grado de competencia del carbón no coquizable en el mercado de energéticos. A continuación se presenta una estimación del poder calorífico de cada combustible.

1) Carbón	4 400 000 KCAL/TON
2) Combustóleo	1 593 000 KCAL/BEL *
3) Diesel	1 469 600 KCAL/BEL
4) Gas Natural	8 460 KCAL/M ³

Para obtener 4 400 de KCAL se requieren:

- 1) 1.0000 Toneladas de Carbón
- 2) 2.7621 Barriles de combustóleo.
- 3) 2.9940 Barriles de diesel
- 4) 520.0946 Metros cúbicos de gas natural**

**Proyecciones financieras integradas (MICARE-Mayo, 1981)

*BEL= 1 Barril.

Estas cantidades expresan la equivalencia de los cuatro combustibles en cuanto a la energía térmica obtenida. - De acuerdo con los precios unitarios de 1978 se determinaron los costos que implica generar las calorías de -- una tonelada de carbón (Cuadro No.IV-6).

De acuerdo con el cuadro se puede deducir lo siguiente: El carbón es un combustible económico comparado con los hidrocarburos, excepto el gas natural ya que éste se -- encuentra subsidiado por el Gobierno Federal, por lo -- que tiene un costo demasiado bajo respecto al carbón -- (161.23 pesos el gas natural, el carbón \$450.00). El -- diesel, usado sólo en pequeñas plantas representa el -- 123% más con respecto al carbón. El combustóleo se uti liza para generar el 74% de la energía eléctrica a base de vapor, comparado con el carbón, éste resulta ser - - 33% más económico.

CUADRO IV-6
COSTO COMPARATIVO PARA GENERAR 4.4
MILLONES DE K/CAL

COMBUSTIBLE	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNIT. UNITARIO 1978*	COSTO
CARBÓN	Ton.	\$450.00	\$ 450.00
COMBUSTOLEO	Barril	241.50	667.05
DIESEL	Barril	336.26	1 006.76
GAS NATURAL	m ³	0.31	161.21

*Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000.

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

4.5 COSTOS COMPARATIVOS DE GENERACION ELECTRICA EN DIFERENTES TIPOS DE PLANTAS

Un factor de importancia del carbón como fuente generadora de energía, es el bajo costo de generación en las plantas carboeléctricas comparado a otros sistemas de generación como se muestra en el Cuadro No. IV-7.

Podemos observar que en los casos de la generación geotérmica, hidráulica y nuclear, el costo de la inversión tiene el mayor peso relativo, mientras que en las termoeléctricas a base de carbón y de hidrocarburos predomina el de los combustibles.

Sumando los distintos componentes, la fuente más económica es la geotérmica y la más costosa la generación a partir de combustóleo. La generación a base de carbón constituye una buena alternativa para la generación de electricidad, debido a su bajo costo y a sus abundantes reservas.

Aunque estos costos pueden variar debido a diversos fac

tores tales como la competitividad de los precios, re -
 glamentaciones anticontaminantes, disponibilidad de re -
 cursos, desarrollo de nuevas tecnologías para el impu -
 lso de estos energéticos, el carbón no le costará al - -
 país más de lo que cuesta desarrollar otras fuentes de -
 energía en la generación de energía eléctrica.

CUADRO IV-7

COSTOS ESTIMADOS DE GENERACION ELECTRICA PARA NUEVAS
 PLANTAS (Pesos por KWH)

	GEOTER MICA	CARBO ELECT.	HIDRO ELECT.	NUCLEO ELECT.	TERMoeLECTRICA A BAS DE COMBUSTOLEO
TOTAL	0.37	0.47	0.48	0.52	0.69
COSTO DE <u>IN</u> VERSION	0.25	0.18	0.44	0.52	0.12
COSTO DE <u>EX</u> PLOTACION	0.12	0.07	0.04	0.05	0.04
COSTO DE <u>COM</u> BUSTIBLE	-	0.22	-	0.15	0.53

Precios de 1979

Comparación con base a precios internacionales de los combustibles.

FUENTE: Programa de Energía. Gobierno Federal, 1980.

CAPITULO V

RESERVAS

5.1 RECURSOS Y RESERVAS MUNDIALES

A nivel mundial, en la distribución de recursos carboníferos ocupamos el décimo noveno lugar, según estudio efectuado por Alan Mc Donald ⁽²⁴⁾.

Como se indica en el Cuadro No. V-1, los recursos geológicos de carbón, según la Conferencia Mundial de Energía, en 1978 eran de 10 750 billones de toneladas de todas clases, de los cuales en Rusia existe el 45.2% mientras que Estados Unidos tiene el 23.9% y China cuenta con el 13.4%.

Las reservas técnica y económicamente recuperables en el mundo alcanzan cifras de 663 000 millones de toneladas, de las cuales los Estados Unidos tienen el 25.2%, Rusia el 16.6% y China el 14.9%; o sea que solamente en estos tres países se encuentra el 82.5% de los recursos geológicos del mundo, y el 56.7% de las reservas, lo que da una idea de la potencialidad carbonífera de tales países.

(24) Alan McDonald. Ciencia y Desarrollo "La Energía de un mundo finito". Año VII, num.41 Nov-Dic, 1981.

CUADRO V-1
 RECURSOS Y RESERVAS MUNDIALES DE CARBON
 (Millones de Toneladas)

PAIS	RECURSOS GEOLOGICOS	RESERVAS TECNICAS Y ECONOMICAMENTE RECUPERABLES
AUSTRALIA	600 000	32 800
CANADA	323 036	4 242
CHINA COMUNISTA	1 438 045 (13.4%)	98 883 (14.9%)
ALEMANIA FEDERAL	246 800	34 419
INDIA	81 019	12 427
POLONIA	139 750	59 600
REPUBLICA DE SUDAFRICA	72 000	43 000
REINO UNIDO	190 000	45 000
ESTADOS UNIDOS DE AMER.	2 570 398 (23.9%)	166 950 (25.2%)
RUSIA	4 860 000 (45.2%)	109 900 (16.6%)
OTROS	229 164	55 711
TOTAL MUNDIAL	10 750 212	662 932

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad

5.2 RESERVAS EVALUADAS EN LA REPUBLICA MEXICANA

La cuantificación de las reservas y recursos carboníferos con los que cuenta el país, son el resultado de un amplio estudio llevado a cabo por las instituciones públicas y privadas que a continuación se citan:

Comisión Nacional de Energéticos

Comisión de Fomento Minero

Comisión Federal de Electricidad, a través de su Residencia de Estudios Carboníferos

Consejo de Recursos Minerales

Petróleos Mexicanos, a través de su Subdirección de Exploración

Altos Hornos de México, S. A.

Hullera Mexicana, S. A.

Industrial Minera México, S.A.

Banco de México, S.A. a través de su Depto. de Investigaciones Industriales

Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE, S.A.)

Centro de Procuración de Servicios, S.C.

Asimismo, cabe señalar que dichas reservas han sido avaladas por diferentes organismos de investigación a nivel internacional, como son las firmas Sofremines (Francia) y National Coal Board (Inglaterra).

Aunque se conoce la presencia de manifestaciones de carbón mineral en diversos estados de la República Mexicana, algunas de las cuales parecen ser de poco interés económico, los principales yacimientos de este recurso natural se localizan en tres regiones que, citadas en orden de importancia actual, corresponden a los estados de Coahuila, Sonora y Oaxaca.

En los estados de Colima, Chihuahua, Chiapas, Durango,-

Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz se encuentran evidencias de que hay carbón. Actualmente se conocen mejor geológica y cuantitativamente las subcuencas en el Distrito Monclova-Sabinas del estado de Coahuila; -- las subcuencas en el Distrito Mixtepec-Tezoatlán, Oax., y las de San Javier-San Marcial en la Cuenca de Barrancas, Son.

La región carbonífera de Coahuila, es la más importante del país. Ocupa una zona relativamente extensa en la porción norte-central del estado y se extiende al oriente hasta incluir un área pequeña del estado de Nuevo León.

La región se divide en dos subregiones. La primera se localiza inmediatamente al sur de las poblaciones de Nueva Rosita y de Sabinas y se extiende hasta las cercanías de la ciudad de Monclova, cubre en conjunto una superficie de aproximadamente 5 060 Km². Esta zona carbonífera es a la que se aplica propiamente el nombre de región carbonífera de Coahuila o "Cuenca de Sabinas", no obstante que comprende una cierta parte del territorio de Nuevo León. Esta zona está constituida por 8 "subcuencas" carboníferas, las cuales se conocen con nombres locales y son las siguientes: Sabinas, Esperanza, Saltillito, Lampacitos, San Patricio, Las Adjuntas, Monclova y San Salvador (Plano de localización No.6). El total de reservas "in situ" conocidas como explotables a costos actuales en las diversas subcuencas del estado de Coahuila, han sido calculadas por el Comité de Exploración de la Comisión de Energéticos en 1 100 millones de Toneladas.

Dentro del Estado de Oaxaca, la zona mejor estudiada co rresponde a la región de Mixtepec-El Consuelo-Tezoatlán, pero la cuenca carbonífera original se extiende hasta Guerrero por el SW y Puebla por el W y WNW. Uno de los pocos bloques que aparentemente posee cierta homogeneidad se localiza en las cercanías de la población de El Consuelo. Entre éste y otros bloques explorados y cuantificados por el Consejo de Recursos Minerales, se calcula que esta zona contiene un tonelaje máximo probable de 30 millones de toneladas de carbón y un tonelaje posible de 30 millones más. Sin embargo, esta región está mal comunicada y carece de las obras de infraestructura que pudieran facilitar su explotación a muy cortoplazo. El hecho de que el país esté bien intercomunicado con líneas de alto voltaje hace posible pensar en su utilización para generar electricidad, por lo que urge su cuantificación exhaustiva.

Los yacimientos de carbón de Hermosillo, Sonora, se localizan al suroeste en la parte central del estado, en las regiones de San Marcial, Santa Clara y San Javier. En la región de San Marcial afloran sedimentos del Paleozoico y del Mesozoico.

Al igual que la zona carbonífera de Oaxaca, los estratos de la Formación Barrancas que contiene a los mantos de carbón en el área de San Marcial, Son., están afectados por fallas normales que dividen los cuerpos sedimentarios en bloques aislados. Este factor, junto con los diferentes procesos orogénicos e igneos que han afectado a la zona dio lugar a que los mantos de carbón su --frieran un grado de metamorfismo suficiente para convertirlos en antracita, razón por la cual su uso principal es como combustible. De hecho, ocasionalmente se encu-

tra grafito intercalado en la antracita.

De acuerdo con los datos del Consejo de Recursos Minerales, se considera que en la región de San Marcial -- existen 4 millones de toneladas de carbón antracítico-en calidad de positivas, 9 millones de toneladas probables y 18 millones de toneladas posibles. A la fecha no existe una explotación formal de este carbón, no obstante que tiene buena calidad como energético para uso minero-metalúrgico.

Desde los albores de la minería del carbón en México, la atención industrial se polarizó hacia las Cuencas de Coahuila. En consecuencia, no se le dio importancia a la exploración sistemática evaluativa de innumerales evidencias de depósitos carboníferos en el resto de la República.

Sin embargo, algunas localidades de carbón, lignito y turba se han reportado. Pocas se han estudiado bien a nivel de geología y génesis. Ninguna a nivel de cuantificación y evaluación.

Con base en estudios someros o visitas de reconocimiento, se sabe que existen manifestaciones carboníferas fuera de las cuencas conocidas más comercialmente en los estados de Coahuila, Chihuahua, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Oaxaca, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Durango. (Mapa No. 7).

Las reservas de carbón en México se conocen mediante diversos estudios cualitativos y cuantitativos en diversas partes del país.

Los estudios cuantitativos se han efectuado en las sub



G. P. Solas y L. Benavides, G.
 Julio - 1978

Mapa No. 7. Localidades carboníferas de la República Mexicana

cuencas conocidas en el estado de Coahuila según se ha dicho. Sin embargo, existen amplias zonas dentro de -- las subcuencas en las cuales no se cuantifican las re -- servas comprobándolas con la barrena.

En el estado de Oaxaca se ha terminado el mapeo geológico minero de los depósitos carboníferos de la Cuenca -- Mixtepec-El Consuelo-Tezoatlán. Sin embargo, salvo por algunas obras mineras de extensión limitada no se puede hablar de reservas positivas. Las probables son casi -- positivas pero mientras no se efectúen obras mineras o programas de barrenación con muestreo de núcleo, no se podrán evaluar positivamente del punto de vista de su -- extracción económica.

En la cuenca de Barrancas en Sonora, ocurre algo simi -- lar al carbón de Oaxaca; los depósitos individuales es -- tán en algunos casos muy separados entre sí. En otros, se han explotado en cantidades limitadas, y se conti -- núan explotando en forma precaria, como en el área de -- San Javier, pero no se han efectuado estudios exhausti -- vos respecto a las reservas. En relación a las innume -- rables evidencias de yacimientos carboníferos tanto de -- origen palustre como lacustre, en antiguas cuencas de -- litoral marino o en lagos del Altiplano, ninguna obra o barrenación se ha efectuado para calcular reservas.

Según los programas previstos por las industrias side -- rúrgica, eléctrica y por la minero metalúrgica para lle -- gar al final del siglo, México cuenta con suficientes -- reservas positivas conocidas y extraíbles de manera eco -- nómica a precios actuales.

En las áreas de los estados de Coahuila, Oaxaca y Sono -- ra existen algunas cuencas carboníferas en las que aún --

no se comprueban sus reservas mediante barrenación. Es posible que se encontrarán reservas positivas que du - plicarán las ya conocidas y que actualmente se conside ran probables y posibles. Su explotación comercial -- tendrá que ser en función de costos y precios de KWH o kilocaloría en el período.

Con el fin de simplificar la presentación de las reser vas en la República Mexicana, se elaboró el cuadro "Re servas y Recursos de Carbón "in situ" en México y Capa cidad Carboeléctrica Potencial" (Cuadro V-2).

El análisis de este cuadro pone de manifiesto un poten cial carbonífero nacional considerable; este potencial carbonífero para generación de energía eléctrica abarc a un gran número de estados de la República Mexicana, como ya se mencionó, pero los yacimientos más grandes y los mejor conocidos se localizan en el noreste del país, donde las reservas representan un 90% del poten cial total nacional conocido a la fecha.

Para la generación de electricidad se dispone de las reser vas de la Cuenca de Fuente-Río Escondido, en la cual 576MT de reservas geológicas han sido probadas -- desde los años 1960, sobre un potencial de la cuenca de unos 900 MT. Dichas reservas podrían ser incrementa das por las de alta calidad de la Cuenca Colombia, Nue vo Laredo, en curso de exploración. En las otras re giones del país, las reservas potenciales están ubica das en lugares actualmente aislados, casi sin vías de comunicación, en donde se requiere una exploración sis temática para asentar un tonelaje suficiente y conside rarlas en un proyecto económicamente factible. En la región noreste del país, los recursos se presentan en-

CUADRO V-2

RESERVAS Y RECURSOS DE CARBON "IN SITU" EN MEXICO Y CAPACIDAD
CARBOELECTRICA POTENCIAL

ESTADOS Y LOCALIDAD	PROBA DAS	PROBA BLES	POSI BLES	RECUR SOS	TOTAL RE SERVAS MT	TOTAL POT. CARBOELEC TRICO MW
<u>COAHUILA</u>						
Fuente Rio Escondido (MT)	576	140	185	350		
Poder calorífico (Kcal/Kg)	4 500	4 500	4 500	4 500	1 251	
Potencial Carboeléctrico (MW)	3 780	900	1 190	2 250		8 120
<u>TAMAULIPAS</u>						
Colombia-Nuevo Laredo	44	65	100	300	509	
Poder calorífico (Kcal/Kg)	5 000	5 000	5 000	5 000		
Potencial Carboeléctrico (MW)	515	393	715	2 145		3 568
<u>SONORA</u>						
San Marcial (MT)	4	9	18	100		
Santa Clara (MT)	2	-	71	-		
San Enrique (MT)	-	-	71	-		
SUMA (MT)	6	9	160	100	275	
Poder calorífico (Kcal/Kg)	6 000	6 000	6 000	6 000		
Potencial Carboeléctrico (MW)	43	65	1 150	717		1 975
Cabullona (MT)				400	400	
Poder calorífico (Kcal/Kg)				4 500		
Potencial Carboeléctrico (MW)				2 570		2 570
<u>CHIHUAHUA</u>						
Ojinaga-San Carlos (MT)			40	250		
San Pedro Corralitos (MT)				150		
SUMA (MT)			40	400	440	
Poder Calorífico (Kcal/Kg)			4 500	4 500		
Potencial carboeléctrico (MW)			250	2 570		2 820
<u>OAXACA</u>						
Tezoatlán y Tlaxiaco (MT)	17	30	30	200	277	
Poder calorífico (Kcal/Kg)	6 000	6 000	6 000	6 000		
Potencial carboeléctrico (MW)	121	213	213	1 420		1 967
TOTAL RESERVAS (MT)	643	244	515	1 750	3 152	21 020

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, 1982

mantos llanos y bastante delgados, por unidades mineras de unas decenas de millones de toneladas cada una, donde es factible proyectar exploraciones altamente mecanizadas. Encontramos el mismo caso en la Cuenca Colombia.

CAPITULO VI

LOS PROGRAMAS NACIONALES DE DESARROLLO EN MEXICO

6.1 PLAN DE EXPANSION DEL SECTOR ELECTRICO PARA EL AÑO 2000

Los objetivos del Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000 son los siguientes:

- 1) El suministro suficiente y oportuno de energía eléctrica, mediante procedimientos técnicos y administrativos eficientes.
- 2) La ampliación y cumplimiento del programa de obras necesario para anticiparse a los requerimientos de energía.
- 3) Estructurar las tarifas en función de los costos para mejorar la posición financiera del sector.

Dicho plan fue elaborado por la Comisión Federal de -- Electricidad en 1978, con el fin de prever el desarrollo del sector eléctrico para los próximos 20 años.

Las proyecciones formuladas en el plan indican que el país deberá contar para el año 2000 con una capacidad instalada de 83 242 MW, lo que representa 6 veces la capacidad de 1976 (13 992 MW) (25).

Para cumplir con lo anterior, la Comisión Federal de - Electricidad ha programado la construcción de plantas generadoras por tipo de combustible y en periodos sexenales (Cuadro VI-1). De acuerdo con este cuadro, en -

(25) Sector Eléctrico Nacional. Información básica, 1978, C.F.E.

este sexenio la capacidad se incrementará en alrededor de 1 300 MW por año, en promedio, mientras que para finales del Siglo, el incremento anual requerido es de más de 5 000 MW.

La diversificación de los hidrocarburos en la generación de energía eléctrica, es una necesidad básica contemplada en el Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000.

Se considera que para el año 2000 la geotermia, el uranio y el carbón aportarán el 36% de la generación eléctrica en el país, mientras que los hidrocarburos representarán el 45% (contra el 70% en 1978) el 17% restante corresponderá a los recursos hidráulicos (26).

Respecto al Sistema Interconectado Norte-Noreste -- (NOINE); las plantas a base de carbón representarán el 45% de la capacidad instalada del sistema (18 683 MW), el 55% restante estará formado por hidroeléctricas, el 7% nucleoeeléctricas y termoeléctricas a base de hidrocarburos el 19%.

La Comisión Federal de Electricidad se avocó a la construcción de una planta con cuatro unidades turbogeneradoras de 300 MW en Río Escondido, Coahuila. Actualmente se planea la construcción de 24 unidades, por lo -- que en los años 1981 al 2000 deberán instalarse alrededor de 420 MW por año.

Son 7 los proyectos que se han elaborado para llevar a cabo la instalación de estas unidades. Se calcula una demanda acumulada de carbón para uso térmico de 243 millones de toneladas para el año 2000.

(26) Plan de Expansión del Sector Eléctrico. Tomo I.

De lo anterior se puede concluir que en la planeación del crecimiento de la oferta de energía eléctrica, es tá considerada la utilización del carbón en la generación de energía en dicho sector, cumpliendo de esta forma con diversos objetivos planteados en varios planes de desarrollo, entre los cuales destacan el incremento del empleo, el desarrollo regional geográficamente equilibrado y la promoción de la producción, és to sobre la base de la diversificación de las fuentes de energía.

CUADRO VI-1

PROGRAMA DE CONSTRUCCION POR PERIODOS
(MW)

TIPO DE PLANTAS	1977-1982	1983-1988	1989-1994	1995-2000
HIDROCARBUROS Y NUCLEAR	4 751	5 466	17 136	20 224
HIDROELECTRICAS	2 184	3 158	1 059	8 112
GEOTERMICAS	185	250	330	440
CARBON	600	2 100	2 400	3 300
TOTAL	7 720	10 974	20 925	32 076

FUENTE: Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000.
TOMO I, Comisión Federal de Electricidad.

6.2 PROGRAMA DE ENERGIA

En el Plan Nacional de Desarrollo Industrial se define a la energía como una palanca de desarrollo general del país, para lo cual se debe racionalizar el uso de los energéticos y diversificar sus fuentes primarias, destinando los recursos derivados de la explotación petrolera no a la exportación irracional, sino a sectores prioritarios de la economía nacional. De ese plan se origina el Programa de Energía el cual señala como objetivo principal apoyar el desarrollo económico nacional y, como objetivos específicos, los siguientes:

- 1) Satisfacer las necesidades nacionales de energía -- primaria y secundaria.
- 2) Racionalizar la producción y el uso de energía
- 3) Diversificar las fuentes de energía primaria, prestando particular atención a los recursos renovables.
- 4) Integrar el sector de la energía al desarrollo del resto de la economía.
- 5) Conocer con mayor precisión los recursos energéticos del país.
- 6) Fortalecer la infraestructura científica y técnica - capaz de desarrollar el potencial de México en este campo y de aprovechar nuevas tecnologías.

Bajo el criterio de alcanzar los objetivos del desarrollo nacional equilibrado, la racionalización en la producción y uso de energía, así como la diversificación de

las fuentes de energía primaria, sitúan a la energía -- eléctrica dentro de este contexto. El Programa de Energía hace énfasis en ésto, señalando que la generación - de electricidad deberá crecer a una tasa de entre el 12 y 13% anual.

Para alcanzar esta tasa de crecimiento se recurrió al - análisis de costos de generación de energía eléctrica - de diferentes fuentes energéticas primarias: geotermia, hidráulica, nuclear, carbonífera y térmica a base de -- hidrocarburos. De éstas, el carbón resulta ser una - - fuente de energía cuyas ventajas en costo sólo son supe radas por la geotermia, cuya aplicación es limitada.

En el Programa de Energía se concede especial importan- cia al carbón en la generación de energía eléctrica, ya que en la actualidad se cuenta con reservas probables - de carbón mineral no coquizable por un total de 600 mi- llones de toneladas en la Cuenca de Río Escondido, Coa - huila.

6.3 PROGRAMA CARBOELECTRICO

El Plan Carboeléctrico se conforma específicamente por - un programa de apertura de minas y de puesta en servicio de centrales térmicas a base de carbón, que le permitirá generar enormes volúmenes de energía eléctrica, neces^a rios para el desarrollo del país.

El impacto de este Plan sobre el desarrollo industrial - será positivo, si se destaca que de él se derivará la rá pida disponibilidad de energía eléctrica, y las posibili dades de establecer en la región noreste plantas que - - sean grandes consumidoras de energía que dependan del --

carbón; de sus derivados o aún de las cenizas resultan -
tes de su uso primario.

En este plan se preve que el comercio internacional del -
petróleo disminuirá en las siguientes décadas, observán-
dose por consiguiente el desarrollo y la implementación
de programas nucleoeeléctricos, termoeléctricos, a base -
de combustibles o de gas, de energía solar, de fuentes -
renovables (agua) y de nuevas tecnologías; pero no será
suficiente para satisfacer las necesidades crecientes --
mundiales de energía; por lo que se propone el consumo--
de carbón ya que las cuantiosas reservas de este mineral
energético lo colocan en importancia sobre todos los - -
existentes actualmente.

El caso de México es diferente ya que el recurso más - -
abundante hasta la fecha es el petróleo; pero debido al
avance tecnológico mundial en el uso del carbón se verá -
en la necesidad de participar en el mismo.

Debido a la falta de exploración en el país, se descono-
cen las reservas térmicas en su totalidad; aún así, la -
Comisión Federal de Electricidad, considera casi seguro
que para el año 2000 la producción de energía eléctrica-
se basará en un 10% en el carbón, lo cual puede incremen -
tarse en función de la exploración.

Como hipótesis principales del Programa Carbonífero, po-
demos mencionar las siguientes:

- 1) El carbón es competitivo económicamente la mayor par -
te de las veces, en relación con otras fuentes de --
energía para la producción de electricidad.
- 2) Los avances tecnológicos en combustión, gasificación
y licuefacción, aumentará enormemente las posibilida

des de consumo de carbón y lo volverá más competitivo aún a partir de 1990.

- 3) El financiamiento necesario para incrementar la producción de carbón térmico y por ende la de energía eléctrica no le costará al país más de lo que cuesta desarrollar otras fuentes (tal vez menos) y significará además que México tendrá acceso a una tecnología que en cuanto a producción de energía, será la más importante durante la primera parte del Siglo XXI.
- 4) El carbón como energético no está en competencia con la hidroelectricidad, la nucleoelectricidad, la geotermia, la energía solar o cualquier otra fuente de energía, ya que todas las fuentes deberán ser desarrolladas si queremos satisfacer las futuras necesidades nacionales.
- 5) Desarrollando la exploración e integrando todo el sistema bajo un plan común, podemos decir que lo mínimo que es posible producir para el año 2000, son 40 TWH, pero únicamente con integrar los programas que sobre el carbón realizan en México diferentes organismos, será posible aumentar fácilmente esta cifra.

Actualmente en México existen diversos organismos que se dedican a elaborar estudios referentes a la utilización del carbón, sin embargo la información que algunos de estos organismos generan, se desconoce casi por completo en los niveles de ejecución de los otros, ya que no existe interrelación principalmente de comunicación entre ellos, por lo cual se impide el aprovechamiento óptimo de los recursos carboníferos.

A continuación se mencionan algunos de estos organismos:
Comisión Federal de Electricidad: Exploración, investigación, construcción y operación de carboeléctricas y aprovechamiento de los subproductos.

MICARE: Explotación

Consejo de Recursos Minerales: Exploración restringida - al carbón coquizable.

Universidad Autónoma de Nuevo León: Investigación

Comisión de Fomento Minero: Explotación, Investigación

Instituto Mexicano del Petróleo: Investigación

Altos Hornos de México: Explotación

Universidad de Guanajuato: Investigación

La implementación del Programa Carboeléctrico Nacional, - con sus metas al año 2000, significa además de las minas y tajos en exploración y por explotar, las plantas carboeléctricas en operación y en proceso y, por supuesto, -- los beneficios de la generación de un volumen muy importante de energía eléctrica, fuertes cambios en todos los órdenes: físicos, económicos, sociales y culturales.

Se ha estimado que el complejo carboeléctrico tendrá un total de 9 643 trabajadores directos para 1985, 15 378 - para 1990 y 27 538 para el año 2000.

El impacto del Plan es considerado en el marco de la situación actual, físicamente en una región fronteriza, en una etapa de desarrollo nacional económica de recesión - con inflación y desempleo. Aunque el desarrollo de este Plan es todavía incipiente, su magnitud no tiene precedente en la historia industrial de la región y no existe duda sobre el impacto que producirá.

CONCLUSIONES

La gran cantidad de utilización de electricidad en el proceso productivo incrementa velozmente la demanda de energéticos. Siendo la energía eléctrica una de las ramas más significativas -en el caso de nuestro país- se deben buscar las mejores condiciones para el desarrollo de ese proceso, proporcionando todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

La utilización del carbón como energético en este sector juega un papel importante en base al manejo de diversas alternativas, ya que resulta ser una fuente energética cuyas ventajas en costos superan a los hidrocarburos, a la energía hidráulica y a la nuclear, siendo superado sólo por la geotermia.

La empresa paraestatal Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE) en el estado de Coahuila, fue creada por la Comisión Federal de Electricidad para obtener carbón coquizable y no coquizable, ambos utilizados en la industria siderúrgica y en la generación de electricidad respectivamente. Actualmente con base a las estadísticas disponibles, se puede apreciar un potencial carbonífero nacional considerable, el cual abarca un gran número de estados de la República Mexicana, pero los yacimientos más grandes y mejor conocidos se localizan en el noreste del país, donde las reservas representan el 50% de la producción nacional.

De todo lo expuesto a lo largo del presente trabajo, se puede deducir que la opción carbonífera es fundamental para la producción de electricidad, pero su aprovecha -

miento es muy reciente y en una proporción mínima, en comparación al potencial que se está desperdiciando.

Aunado a las ventajas técnico-económicas que provocan el cambio en los usos del carbón, se encuentra el hecho de que diversos países industrializados han implementado políticas de apoyo en favor de la producción y uso del carbón, con el objeto de asegurar el aprovechamiento de energía. Es el caso de los países de la Comunidad Económica Europea (CEE), particularmente Gran Bretaña y la República Federal Alemana.

México es indudablemente un país rico en reservas energéticas (petróleo, gas, carbón, uranio, potencial hidráulico y geotérmico) lo que significa una gran diversidad de maneras de producir electricidad. Hasta el momento el uso del carbón en el sector eléctrico ha tenido un crecimiento bastante lento debido a la falta de tecnología nacional, por lo cual la importación y la dependencia en este aspecto son el principal obstáculo para lograr el aprovechamiento de este recurso. Por lo tanto, la expansión de este sector en general, ofrece a futuro un campo promisorio para la inversión de capitales en industrias de bienes de capital conexas, lo que permitiría una participación creciente de la ingeniería mexicana en el desarrollo y aprovechamiento de energéticos, evitando así la salida de divisas y subaprovechamiento de los recursos económicos del país.

RECOMENDACIONES

La explotación carbonífera para generar electricidad, -- trae aunado una serie de beneficios como el efecto multiplicador en el empleo y la redistribución en el ingreso, por lo que es necesario establecer medidas tendientes a estimular la producción de bienes y servicios de origen nacional a precios competitivos (particularmente en el noreste del país, donde se localizan los yacimientos de carbón más grandes), a fin de evitar que el consumo de los habitantes de la región se realice en el lado frontero norteamericano.

Asimismo, se debe estimular el mayor desarrollo de actividades productivas propias de la región, como es el caso de la ganadería, estableciendo un control selectivo de las importaciones provenientes del país vecino, con el objeto de lograr el desarrollo económico regional.

Es fundamental el establecimiento en el estado de Coahuila, de industrias que produzcan los bienes de capital -- que requiere la industria extractiva del carbón, así como el de industrias productoras de cemento, bloques para la construcción, ya que éstas son grandes consumidoras de las cenizas que resultan de la combustión del carbón.

Considerando que la producción internacional de petróleo disminuirá en las siguientes décadas, ya que la estrategia a seguir por la OPEP y algunos países no miembros -- consiste en reducir la oferta, lo cual encarecerá ese energético, incrementándose por consiguiente, el desarrollo y la implementación de programas para diferentes---

fuentes de energía y de nuevas tecnologías, lo cual no será suficiente para satisfacer las necesidades crecientes mundiales de energía, por lo que se recomienda el consumo de carbón, ya que las cuantiosas reservas mundiales de este mineral, además de que constituyen una buena alternativa para la generación de electricidad debido a su bajo costo, lo colocan en importancia sobre todos los demás energéticos que se consumen actualmente. Aunque el caso de México es diferente, ya que el recurso más abundante es el petróleo, a futuro se verá en la necesidad de participar más activamente en el uso del carbón mineral debido al avance tecnológico mundial del mismo, y al agotamiento de las reservas petroleras.

BIBLIOGRAFIA

Anuario Estadístico de la Minería Mexicana.-Consejo de Recursos Minerales, No. 25. Enero de 1982.

Apéndice estadístico del estudio de impacto regional de Minera Carbonífera Río Escondido, S. A.- Consultores en Ingeniería, Planeación y Sistemas, S.A., Abril de 1980.

Banco Nacional de Comercio Exterior.- Informes Anuales - 1977, 1978 y 1979.

Bocaminas, Revista Carbonífera Río Escondido, S.A. (varios números).

Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica.- Junio de 1979.

Dirección General de Estadística. Boletín Mensual de Información Económica (varios).

Energéticos.- Año 1, No.3, noviembre de 1977

Energéticos.- Año 3, No.10, octubre de 1979

Energéticos.-abril de 1981.

Encuesta socioeconómica del estudio de impacto regional de Minera Carbonífera Río Escondido, S.A.- Consultores- en Ingeniería, Abril de 1980.

El Carbón.- Revista de la Facultad de Ingeniería, No.4, 1980.

El Carbón: Puente energético para el año 2000.- Revista Expansión, febrero de 1981.

El País entra a la era del carbón.- Revista Expansión,- Enero de 1981.

Espinosa Velasco Francisco.-El Carbón como generador de electricidad. Reunión popular para la planeación de - - Energéticos y Desarrollo Nacional. Mayo de 1982.

International Coal, 1978.

La Electricidad echa mano del carbón.-Revista Expansión, febrero de 1981.

Lemus Aguilar Alonso.-Breve Análisis sobre el Desarrollo --
llo de la Minería en México, F.E. UNAM, México, 1982.

Mondragón César.- El Desarrollo Carboeléctrico en Méxi -
co. IX Reunión Internacional sobre Calderas y Recipien -
tes de Presión. Agosto de 1982.

Obregón Andría Luis.- Clasificación del Carbón de la Zo -
na ED en la Cuenca de Fuentes Río Escondido. 1981.

Ortega Mata Rulfo.- Problemas Económicos de la Indus --
tria Eléctrica, un Servicio Social en México. ENE.UNAM,-
1939. Tesis, p.65.

Programa Carboeléctrico Nacional.- Comisión Federal de -
Electricidad. 1982.

Programa de Energía.-Comisión de Energéticos. SEPAFIN. -
Noviembre de 1980.

Plan de Expansión del Sector Eléctrico al año 2000. Comi -
sión Federal de Electricidad. 1978.

Proyecciones Financieras Integradas.-Minera Carbonifera -
Río Escondido, S. A. Mayo de 1981.

Revue de L'è Energie. 1978.

Secretaría de Programación y Presupuesto.-Boletín Men --
sual de Información Económica (varios).

Situación actual y futura.-Consejo de Recursos Minerales.
No.25. Enero de 1982.

World Development Report.-World Bank, 1980.